

INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID  
HAREN-Groningen

RAPPORT 12  
1970

INVLOED VAN GRAS, BEREGENING EN STIKSTOF OP GROEI EN  
PRODUKTIE VAN JONATHAN  
Tienjarige bodembehandelingsproef op rivierklei

*with a summary:*

*Influence of irrigation and nitrogen on growth and yield  
of the apple Jonathan grown in clean-cultivated and grassed  
orchards: A ten-year experiment on soil management on river  
clay*

door

J. VAN DER BOON, *Instituut voor Bodemvruchtbaarheid,  
Haren-Groningen,*

N.M. DE VOS, *Instituut voor Cultuurtechniek en Water-  
huishouding, Wageningen, en*

A. POUWER, *Consulentschap voor de Tuinbouw, Geldermalsen*

INHOUD

1. Inleiding . . . . .	3
2. Opzet van de proef . . . . .	4
3. Uitvoering van de proef. Berekening . . . . .	7
4. Invloed van de behandelingen op de grond . . . . .	9
4.1. De structuur van de grond . . . . .	9
4.2. De chemische bodemvruchtbaarheid . . . . .	12
4.3. De in de grond aanwezige beschikbare stikstof . . . . .	15
5. Invloed van de behandelingen op de kwaliteit van het blad van de boom . . . . .	18
5.1. De bladkleur . . . . .	18
5.2. Waarnemingen over droogteschade in 1957 . . . . .	20
5.3. Ijzergebrek . . . . .	22
6. Invloed van de behandelingen op de chemische samen- stelling van het blad van de boom . . . . .	25
6.1. Het stikstofgehalte van het blad . . . . .	25
6.2. Het fosfaatgehalte van het blad . . . . .	28
6.3. Het kaliumgehalte van het blad . . . . .	30
6.4. Het magnesiumgehalte van het blad . . . . .	32
6.5. Het calciumgehalte van het blad . . . . .	33
7. Invloed van de behandelingen op groei en opbrengst van de boom . . . . .	37
7.1. Groeimetingen . . . . .	37
7.2. De opbrengst van Jonathan op M VII . . . . .	40
8. Samenvattende verwerking van de gegevens . . . . .	47
8.1. Het effect van de stikstofbemesting in afhanke- lijkheid van de bodembedekking . . . . .	47
8.2. Het effect van de stikstofbemesting in afhanke- lijkheid van wel of niet beregenen . . . . .	50
8.3. Het effect van de stikstofbemesting op het kalium- gehalte van het appelblad in afhankelijkheid van de bodembehandeling en van al of niet beregenen . . . . .	52
8.4. Relatie tussen opbrengst, bodembehandeling en stikstofgehalte van het appelblad . . . . .	54
8.5. Relatie tussen bladkleur, bodembehandeling en stikstofgehalte van het appelblad . . . . .	55
8.6. Relatie tussen stikstofgehalte van het blad en de hoeveelheid in water oplosbare stikstof in de grond . . . . .	56
9. Bewaarkwaliteit van het fruit en bodembehandeling . . . . .	57
9.1. Onderlinge samenhang van bewaareigenschappen . . . . .	57
9.2. Het vruchtgewicht . . . . .	58
9.3. Het percentage spot . . . . .	59
9.4. Het percentage rot . . . . .	61
9.5. Het percentage zacht . . . . .	65
9.6. Het percentage gave appels . . . . .	67
10. Samenvatting . . . . .	69
11. Summary . . . . .	72
12. Literatuur . . . . .	74
Figuren	

## 1. INLEIDING

Vanaf 1955 is door de werkgroep: "Landelijke bodembehandelingsproeven in de fruitteelt" een aantal proefvelden aangelegd. Daarin werd de invloed van bodembegroeiing, grondbewerking, watervoorziening en stikstofbemesting op de groei en produktie van vruchtbomen bestudeerd. Er werd naar gestreefd proefvelden te verkrijgen op verschillende grondsoorten en in verschillende fruitcentra.

Het doel van de proeven werd als volgt beschreven: (1) het nagaan onder welke omstandigheden een grasmat onder de bomen verantwoord is, en (2) hoe deze, indien toegepast, moet worden behandeld.

Een grasmat onder de bomen wordt, onder meer, gewenst geacht om:

- (a) de structuur van de grond op peil te houden door toevoeging van organische stof: er zouden in boomgaarden minder chloroseverschijnselen optreden, indien een grasmat aanwezig is; en
- (b) het werken in de boomgaard, zoals snoei en pluk, onder alle weersomstandigheden zo gemakkelijk mogelijk te doen geschieden: naar schatting moet er per jaar 50 maal over elk rijpad gereden worden voor het transport van snoeihout, meststoffen en van vruchten bij de oogst, en bij het verspuiten van bestrijdingsmiddelen.

In het kader van deze landelijke bodembehandelingsproeven werd in 1955 een proef aangelegd bij Jonathan M VII op lichte rivierklei te Beuningen. De volgende factoren werden in de proef betrokken: grasbedekking, op twee verschillende wijzen behandeld, tegenover zwarthouden van de grond; beregening (tot 1961); en stikstofbemestingstrappen. De proef werd eind 1964 beëindigd. De groei en produktie van de Jonathan in afhankelijkheid van bovengenoemde factoren werden bestudeerd. De opbrengst werd bepaald en de bewaarkwaliteit van het fruit beoordeeld. Door analyse van het blad werd de reactie van de bomen nader onderzocht. De veranderingen in de grond werden chemisch en fysisch vervolgd, zo ook die in de bodemfauna.

## 2. OPZET VAN DE PROEF

De proefopzet omvatte de volgende combinaties van factoren:

- (a) bodembehandeling van de grond: geheel zwart houden van de grond, gras, éénmaal per maand gemaaid en gras, tweemaal per maand gemaaid;
- (b) wel of niet beregening;
- (c) vier bemestingstrappen naar 25, 100, 175 en 250 kg N per ha.

Het gras is een water- en stikstofconcurrent van de boom. Hoe sterk deze concurrentie is en hoe ze te onderdrukken is in haar gevolgen voor de boom, werd in de onderhavige proef onderzocht. Het gras werd op twee wijzen gemaaid, (1) zoals in de praktijk min of meer gebruikelijk en (2) extra kort, met de overweging dat daardoor de vochtopname van het gras verminderd wordt. Tijdens de proef bleek het effect van vaak maaien echter gering te zijn in vergelijking tot normaal gemaaid. Het verschil in lengte van het gras tussen kort en lang gemaaid, zoals het op dit proefveld werd uitgevoerd, zal weinig invloed op de totale verdamping hebben gehad. Alleen als er verschillen in diepte van beworteling waren opgetreden, zou de boom een andere concurrentie om het vocht ondervonden hebben. In voorjaar 1959 werd kort maaien vervangen door een grasstrokencultuur, waarbij de grond onder de bomen over een breedte van 70 cm (in totaal) voortdurend zwart gehouden werd. Het zwart houden van de veldjes werd volgehouden tot half augustus. Toen werden de veldjes nog eens goed onder handen genomen. Het onkruid had daarna vrij spel tot vroeg in het voorjaar.

Met de beregening werd beoogd een optredend vochttekort na bepaalde tijd weer aan te vullen. Dit tekort wordt bepaald door de verdamping, het waterverbruik van de planten, de regenval en de vochtinhoud van het profiel. Als ongeveer 50% van het beschikbaar vocht in de bovenlaag van 30 cm verdwenen was, werd dit weer aangevuld. De beregening werd uitgevoerd met kleine cirkelsproeiers over het gewas met een straal van 10 m en bij een gift van 3,5 mm per uur werd 20-30 mm gegeven.

De vier bemestingstrappen van 25, 100, 175 en 250 kg N per ha werden gegeven in de vorm van kalkammonsalpeter in een éénmalige gift in maart-april. De opzet van de proef was meerjarig, omdat verwacht werd, dat een blijvende grasbegroeiing op lange termijn, misschien na 5 jaar, minder nadelig zou zijn voor de boom dan in de tijd waarin de grasbegroeiing pas gevestigd is.

De proef werd aangelegd in een Jonathanboomgaard op lichte rivierklei te Beuningen. Het perceel was eerst een kersenboomgaard geweest, 50-60 jaar lang. De kersen zijn in 1949 gerooid, daarna werden gedurende twee jaar landbouwgewassen geteeld. In de winter 1950/1951 werd Jonathan M IV geplant, en in de winter 1952-1953 zijn er Jonathans op M VII tussengeplant. De plantafstand was nu 5 x 3 meter. In 1953 liet men de boomgaard ip gras lopen.

Bij de aanvang van de proef gaf het grondonderzoek de in tabel 1 weergegeven resultaten te zien. De uiterste waarden van de negen onderzochte veldjes en de gemiddelde waarden zijn hierbij opgegeven.

Tabel 1

Grondonderzoek bij de aanvang van de proef (voorjaar 1956), uiterste waarden en gemiddelden

Diepte	pH-KCl	Org. stof, %	CaCO <sub>3</sub> , %	Afslibb., %	Zand(grcf) %	P-getal, 0,001%	P-citr., 0,001%	K-HCl, 0,001%	MgO-NaCl, d.p.m.	N-tot., %
0 - 5 cm	6,6-7,0	4,4-5,4	0,2-2,5	20-27	43-55	8,3-11,3	64-95	48-64	140-230	0,21-0,25
	6,80	4,8	1,2	24	48	9,8	76	55	179	0,23
5 - 20 cm	6,8-7,1	2,6-3,8	0,6-2,4	20-27	46-56	6,0-9,5	53-85	31-42	130-220	0,13-0,18
	6,90	3,3	1,3	24	49	7,5	68	35	169	0,16
20-40 cm	6,5-7,4	1,4-1,8	0,7-3,5	19-27	45-58	0,8-4,5	16-42	12-21	100-210	0,07-0,09
	7,05	1,6	2,0	24	50	2,6	33	16	150	0,08



### 3. UITVOERING VAN DE PROEF. BEREGENING

De proef werd in 1955 vrij laat gestart. Op 21 mei werd de grasmat op de zwart te houden veldjes gefreesd. Dit werd later in het seizoen nogmaals gedaan. Door moeilijkheden met de uitvoering werd het maaien niet zo intensief uitgevoerd als gewenst. In het groeiseizoen 1955 werd 3, resp. 5 x gemaaid. In de volgende jaren werd het gewenste programma wel tot uitvoering gebracht. In mei 1959 werd het object tweemaal maaien per maand vervangen door grasstrokencultuur. In 1964 werden ter afsluiting van de proef de zwart gehouden veldjes 5 cm gefreesd. Daarna werd op 20 april 1964 een grasmengsel in een hoeveelheid van 28 kg/ha ingezaaid. In 1955 werd viermaal beregend, en wel op 7 juli, 4 en 22 augustus en 4 september. De noodzaak van beregening werd vastgesteld aan de hand van het vochtgehalte van de 0-30 cm laag. In totaal werd 105 mm gegeven. De beregening met sproeiers over het gewas stuitte op de moeilijkheid van het ijzerhoudende bronwater. De kwaliteit van de vruchten ging sterk achteruit door het bruine neerslag: het blad werd dof glanzend en de vrucht dof, ruw en met een groezelig uiterlijk. In zulke gevallen zal de prijs bij verkoop aanzienlijk lager liggen. De ervaring in de daarop volgende jaren leerde, dat de beregening niet later dan half juli op deze wijze kon worden uitgevoerd. De grootte van de vermindering in kwaliteit als gevolg van het ijzerhoudende water bleek afhankelijk van het ijzergehalte, het tijdstip van beregening en het weersverloop nadien. In 1956 werd maar éénmaal beregend: op 6 juni; toch werd schade geconstateerd. Maar in 1957 werd half juni, begin juli en begin augustus kunstmatige regen gegeven zonder nadelige gevolgen. Misschien heeft de grote hoeveelheid regen nadien het neerslag op blad en vrucht weer afgespoeld. Het ijzergehalte van het beregeningswater te Beuningen was volgens twee analyses 2,8 en 3,3 mg/l. Het jaar 1958 was nat en de grondwaterstand was toen vrij hoog, er werd niet beregend. In 1959 werd 13 mei voor het eerst beregend en er werd met de beregening doorgedaan tot half juli. Op de grasveldjes werd in totaal 160 mm gegeven en op de zwart gehouden veldjes 125 mm. Half juli was de grond op de onberegende velden tot 60 cm uitgedroogd, tot het verwelkingspunt. Door beregening was het vochtgehalte tot een redelijk gehalte boven het verwelkingspunt gebracht. Toch viel de reactie van de bomen, gezien het extreem droge jaar, tegen. Het profiel moet als behoorlijk vochthoudend gezien worden. De hoge grondwaterstand in de winter en de geleidelijke daling in het voorjaar zorgt nog lange tijd voor een vochttoevoer, zeker bij de geconstateerde diepe beworteling tot 1,70 m. Ook de bomen op de grasveldjes reageerden minder scherp dan verwacht en verondersteld wordt dat de intensieve verzorging van de grasmat heeft geleid tot in verhouding gering vochtgebruik. In het eerste proefjaar met een matig verzorgde grasmat met veel kweek bleek de doordringing van het beregeningswater te wensen over te laten. In 1960 werd nog iets beregend, vroeg in het seizoen. Daarna was de regenval overvloedig en kunstmatige regen overbodig. In 1961 werd de beregeningsproef opgeheven, o.a. wegens het ijzergehalte van het water - waardoor laat beregenen in het seizoen uitgesloten was -, de geringe droogtegevoeligheid van de boomgaard door de diepe beworteling, de hoge grondwaterstand in winter en voorjaar en

soms onder invloed van de Waal ook in de zomer, en het behoorlijk vochthoudend vermogen van het profiel. Bovendien was het de vraag of bij de onregelmatige stand van de bomen en de te verwachten geringe betrouwbaarheid van de opbrengstverschillen een dergelijke hoge investering als een beregningsproef verder wel financieel verantwoord was. In de praktijk worden nu met late beregelingen wel goede resultaten geboekt wat bladstand en kwaliteit van de vruchten aangaat. Er wordt per keer meer water gegeven omdat verlies door verdamping en interceptie nu hoger wordt geschat dan toen.

Een indruk over de vochtconcurrentie van het gras werd verkregen door periodieke bemonstering van de grond in drie lagen en bepaling van het vochtgehalte (fig. 2 en 3). De grafieken geven het vochtregime weer voor de periode van 3 mei tot 1 augustus 1957. Hierin werd berekend op 17 juni en 1 juli met 30 mm. Op 14 juni is het vochtgehalte van de lagen 0-20 cm en 20-40 cm lager op de veldjes met gras, resp. 22 en 19 vol.% ten opzichte van die op de zwart gehouden veldjes, resp. 27 en 23 vol.%. De verschillen tussen gras en zwart nemen daarna af en zijn midden juli 1957 in de bovenste lagen praktisch verdwenen, door de sterker voortgaande verdamping op de zwart gehouden veldjes. Door de tweede beregening werden de verschillen in vochtgehalte tussen gras en zwart voor de bovenlaag opgeheven, in de diepere lagen is het vochtgehalte op zwart berekend hoger dan op gras berekend. (Het is echter niet onmogelijk dat bemonsteringsfouten het beeld verstoord hebben.) Figuur 4 toont het vochtgehalte van de grond onder zwart en onder gras op de onberegende veldjes in het droge jaar 1959. Onder gras is het meeste beschikbare water in de bovenlaag al verdwenen aan het eind van mei, terwijl het vochtgehalte op de zwart gehouden veldjes nog behoorlijk is. De uitdroging zet zich voort, vooral onder gras, waar einde juni het verwelkingspunt wordt bereikt in de laag van 30-50 cm. Het vochtgehalte heeft zich dan in de bovenlaag weer iets hersteld. De uitdroging van de laag 30-50 cm zal de grote massa van de vruchtboomwortels getroffen hebben. Compensatie voor vocht is echter in dit profiel voorhanden in de diepere doorwortelde lagen.

In 1955 werden nog geen verschillen in stikstofbemesting aangebracht. De boomgaard was uniform bemest door de fruitteler naar 110-120 kg N per ha. Het volgende jaar werden de bemestingstrappen met kalkammonsalpeter uitgevoerd in begin maart. De overige bemesting werd afgestemd op de chemische rijkdom van de grond. Daar fosfaat- en kaligehalten voldoende hoog waren, werd met deze voedingselementen eerst niet bemest. In de loop van de jaren daalde het kaligehalte van de grond aanzienlijk. Er werd toen zwaar met kali bemest, zoals op 23 november 1963 met 500 kg zwavelzure kali voor het gehele proefveld (1,1 ha).

De overige cultuurmaatregelen werden door de fruitteler uitgevoerd.



#### 4. INVLOED VAN DE BEHANDELINGEN OP DE GROND

##### 4.1. De structuur van de grond

Door het voortdurend zwart houden van de grond ging al spoedig de structuur van de grond achteruit. Dit had ook gevolgen voor de boom, hetgeen zich uitte in een versterkt optreden van ijzergebrek. Op diverse wijzen werd getracht de visueel waargenomen achteruitgang in de structuur door metingen vast te leggen.

De grond op de zwart gehouden veldjes was duidelijk ingeklonken. Ook na de inzaai van gras in 1964 waren de volgende jaren de zwart gehouden veldjes nog te onderkennen door een lager grondoppervlak, dit was bijv. nog het geval in 1968.

Op 13 maart 1964 werden de twee binnenste rijen veldjes gewaterpast. Als gemiddelde van 12 subveldjes was de hoogteligging van de zwart gehouden veldjes 4 cm lager dan die van de grasveldjes. Als uitgegaan wordt van de verschillen in hoogteligging tussen zwart en gras voor aaneensluitende veldjes om de storende invloed van ongelijkmatigheden in het terrein uit te sluiten, dan wordt een gemiddelde daling van het maaiveld op de zwart gehouden veldjes gevonden van 5,2 cm. Het verschil met een standaardafwijking van 0,74 cm is statistisch zeer betrouwbaar.

Driemaal werd door de Afdeling Bodemfysica en Grondbe-  
werking van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid (ir. P. Boekel) de invloed van de bodembehandeling op de ruimtelijke opbouw van de grond bestudeerd. In november 1961 werd een profielkuil gegraven op een zwart gehouden veldje en een op een grasveldje op een goede plek in de boomgaard en hetzelfde werd gedaan op twee plaatsen met minder goede bomen. De structuurtoestand van de diverse lagen in het profiel werd beoordeeld door het Rijkstuinbouwconsulentschap voor Bodem-  
aangelegenheden, en het wortelsysteem werd uitgetekend. Op de slechte plek ging de beworteling niet verder dan tot de zandlaag, welke op een diepte van 90 cm begon.

Aan het einde van de proef in maart 1964 vóór de inzaai van het gras werden 4 veldjes met gras en 4 zwart gehouden veldjes bemonsterd tot 40 cm diepte met twee ringmonsters per veldje en per laag ter bepaling van de grond-, water- en luchtverhouding.

In november 1968 werd het laatste onderzoek herhaald om te bepalen in hoeverre de inzaai van het gras de structuurtoestand op de voormalig zwart gehouden veldjes had hersteld. Nu werden per laag vier ringmonsters gestoken op dezelfde veldjes van het voorgaande onderzoek.

De lagere ligging van het maaiveld op de zwart gehouden veldjes door inklinking van de zwart gehouden veldjes en/of het rijzen van de grasveldjes door de graswortels is alleen toe te schrijven aan "grondverplaatsing" in de allerbovenste lagen (tabel 2; fig. 5). Verschillen in poriënvolume worden alleen duidelijk gevonden in de laag van 0-5 en 5-10 cm diepte. In de diepere lagen van 10-20, 20-30 en 30-40 cm is het poriënvolume van de grasveldjes soms groter, maar soms ook niet. Het lijkt erop dat het poriënvolume gestegen is in november 1968, na de inzaai van het gras, maar er is nog een achterstand ten opzichte van permanent gras. De verhoging van het poriënvolume door het gras heeft betrekking op een verbetering in de kleine poriënverdeling:

Tabel 2.

Resultaten van het structuuronderzoek van 9 november 1961, 26 maart 1964 en 18 november 1968

Kuil I en III; slechte plek

Diepte Laag, cm	Vol.gewicht		Poriërvolume		Vol.grond		Vol. wecht		Vol. lucht		Beschikb. vocht	
	gras	zwart	gras	zwart	gras	zwart	gras	zwart	gras	zwart	gras	zwart
<i>I Onderzoek 27/11/1961</i>												
0-10	133,6	151,4	49,2	42,7	50,8	57,3	43,8	38,1	5,4	4,6	27,4	23,3
10-20	160,6	169,4	39,9	37,2	60,1	62,6	35,0	31,1	4,9	6,1	18,0	16,3
20-40	158,0	164,7	41,2	38,5	58,8	61,5	32,9	29,3	8,3	9,2	17,1	16,3
50-70	143,5	151,2	47,6	44,6	52,4	55,4	43,7	31,8	3,9	12,8	13,9	20,7
70-90	155,1	153,4	43,2	43,4	56,8	56,6	37,6	30,2	5,6	13,2	14,3	18,7
100	141,6	157,6	47,6	41,0	52,4	59,0	24,2	7,4	23,4	33,6	18,6	5,8

Kuil II en IV; goede plek

0-10	138,8	152,4	47,4	43,0	52,6	57,0	40,4	31,0	7,0	12,0	24,9	16,2
10-20	161,8	155,8	39,4	41,9	60,6	58,1	32,6	28,5	6,8	13,4	18,0	15,3
20-40	169,2	172,0	37,1	35,8	62,9	64,2	29,2	25,1	7,9	10,7	15,3	11,0
50-70	161,0	152,3	40,6	43,6	59,4	56,4	35,1	29,8	5,5	13,8	17,7	14,1
70-90	150,6	156,8	45,3	42,4	54,7	57,6	41,7	31,2	3,6	11,2	12,8	16,8
100	156,8	157,8	42,6	42,0	57,4	58,0	38,8	35,6	3,8	6,4	20,3	22,0

II Onderzoek 23/3/1964

0-5	133,4	148,3	49,5	44,2	50,5	55,8	39,2	33,7	10,3	10,5	25,8	25,0
5-10	144,6	155,9	45,2	41,4	54,8	58,6	35,0	29,2	10,2	12,2	22,0	21,1
10-20	159,9	158,6	40,1	40,9	59,9	59,1	29,4	27,9	10,7	13,0	17,2	17,6
20-30	161,0	160,5	40,1	40,1	59,9	59,9	26,2	25,8	13,9	14,3	15,8	15,6
30-40	158,7	159,8	41,0	40,3	59,0	59,7	24,8	26,4	16,2	13,9	13,9	14,8

III Onderzoek 18/11/1968

0-5	132,0	141,0	49,8	46,7	50,2	53,3	40,3	39,2	9,5	8,5	25,8	25,0
5-10	145,4	152,1	44,9	42,9	55,1	57,1	35,4	34,0	9,5	8,9	22,0	21,1
10-20	155,3	155,5	41,8	42,0	58,2	58,0	29,4	29,5	12,4	12,5	17,2	17,6
20-30	152,5	158,6	43,2	41,0	56,8	59,0	27,2	26,9	16,0	14,1	15,8	15,6
30-40	155,7	158,6	41,9	41,1	58,1	58,9	24,7	25,4	17,2	15,6	13,9	14,8

de hoeveelheid vocht bij veldcapaciteit en de hoeveelheid beschikbaar vocht is in de bovenste lagen gestegen, het volumepercentage lucht bij pF2 is zelfs afgenomen. Dit zou kunnen wijzen op minder krimpscheuren op de grasveldjes. In 1968 zijn de verschillen in deze waarnemingen weer afgenomen. De diepere lagen werden niet door de bodembehandeling beïnvloed. De daar aanwezige verschillen moeten aan verschillen in de profielopbouw toegeschreven worden. Vooral op de slechte plek komen afwijkingen voor. Daarom zijn daar de waarnemingen niet voortgezet.

Op het proefveld werden waarnemingen verricht over de invloed van de bodembedekking op de bodemfauna en op de daardoor ontstane veranderingen in de structuur. Door Van Rhee en Nathans (1961) werden de wormenpopulaties bestudeerd in samenhang met de bodembehandeling en tevens de structuur van de bodem beoordeeld door stabiliteitsbepalingen. De grasbegroeiing bleek goede mogelijkheden te bieden voor een gunstige ontwikkeling van regenwormen. In zomer en najaar 1960 werden vakjes gegraven van 50 x 50 cm bij 40 cm diep. De in dit materiaal aangetroffen wormen werden soortgewijze geteld en gewogen. Op de graspercelen werd een dichtheid van wormen van maximaal 430/m<sup>2</sup> gevonden tevenover 30/m<sup>2</sup> op de zwart gehouden proefvakken. De kleine soorten (*Allolobophora caliginosa*, *rosea* en *chlorotica*) reageerden scherper op de bodembehandelingen dan de grote soorten (*Lumbricus terrestris* en *Allolobophora longa*). Vijf jaren na het scheuren van de grasmat zijn dus duidelijke verschillen aanwezig in de wormenpopulatie. Waarschijnlijk heeft het zwart houden van de grond tot een ernstige teruggang in het bestand aan wormen geleid. Dit kan het gevolg zijn van mechanische verwondingen, ontbreken van vers organisch materiaal als voedsel en ongunstiger microklimaat.

De structuurstabiliteit werd bepaald door middel van nat zeven. De grondmonsters werden verbrokkeld tot aggregaten met een diameter van circa 1 cm. Na 1 uur drenken werd tienmaal gedompeld met een zeef met een maaswijdte van 1 mm, daarna werd de hoeveelheid achtergebleven aggregaatjes bepaald als percentage droge stof. Een aanzienlijk hoger percentage waterstabiele aggregaten kwam van de graspercelen. Dit kan het resultaat zijn van de activiteit van de wormenpopulatie, maar ook het gevolg van de structuurverbeterende invloed van de grasvegetatie zelf.

Door Slager (1966) werd de invloed van de grasmulch bestudeerd op de fysische opbouw van de grond en wel in het bijzonder op het voorkomen van bioporiën (poriën in de grond, ontstaan door biologische activiteit: door wortels en bodemfauna). Toepassing van de grasmulch gaf aanleiding tot een hoger poriënvolume en tot een groter aantal bioporiën in de bovengrond. Het eerste bevestigt hetgeen reeds is vermeld over het onderzoek door Boekel. Bij vergelijking van twee velden, met gras resp. zwart, vond Slager een hoogteverschil van 8 cm. Op het grasveldje kwamen meer bioporiën in de grootteklasse 2-4 mm tot een diepte van 40 cm voor dan op het zwart gehouden veld. Het verschil is dicht bij het grondoppervlak het grootst. Volgens een schatting uit de door Slager gegeven grafiek zijn de aantallen bioporiën van 2-4 mm per m<sup>2</sup> voor gras en zwart in de laag van 0-10 cm resp. 650-700 en 250-270. Het verschil neemt met de diepte geleidelijk af en is, dieper dan 40 cm onder het maai-veld klein en niet systematisch. Het aantal bioporiën groter

dan 4 mm vertoont slechts weinig verschil. Het poriënvolume van de grond was op het grasveld duidelijk hoger dan op het zwart gehouden veld. Het verschil tussen de volumes (in de top laag resp. 53 en 45% volgens aflezing uit de grafiek) nam langzamerhand af met toenemende diepte en was te verwaarlozen op een diepte van 30-40 cm. Ook dit is in overeenstemming met het onderzoek van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid. Slager vond voorts een verder voortgeschreden homogenisatie van het profiel op de gemulchte veldjes en hij schrijft dit gedeeltelijk toe aan de mechanische menging door een toegenomen graafoactiviteit van de kleine wormen en gedeeltelijk aan de menging door het darmkanaal van kleine en grote wormen. Bij vergelijking met andere plekken komt Slager tot de conclusie, dat grasmulch slechts in die gevallen aanleiding geeft tot bodemverbetering, waar relatief voedselgebrek van de regenwormen vóór de toepassing van de grasmulch de enige oorzaak vormt van de geringe biologische activiteit. Waar de ontwatering niet in orde is, zal grasmulch niet leiden tot bodemverbetering.

#### 4.2 De chemische bodemvruchtbaarheid

Op 27 maart 1962 werden 32 monsters gestoken van de volgende objectcombinaties in tweevoud: zwart en gras volvelds, wel of niet beregening en vier stikstoftrappen. De volgende lagen werden bemonsterd: 0-5, 5-10 en 10-20 cm. In de monsters werd koolstof bepaald met de bichromaat/zwavelzuur-methode, en totaal stikstof. Hieruit werd de C/N-verhouding berekend. De gegevens werden verder bewerkt om te zien in welke mate het organische stofgehalte en het stikstofgehalte van de grond beïnvloed waren door de behandelingen (tabel 3).

Tabel 3  
Grondanalysecijfers voor koolstof en N-totaal van drie verschillende lagen

	C <sub>t</sub> , %			N <sub>t</sub> , %			C/N		
	0-5	5-10	10-20	0-5	5-10	10-20	0-5	5-10	10-20
W <sup>-</sup>	2,40	1,89	1,22	0,24	0,19	0,13	10,1	9,8	9,5
W <sup>+</sup>	2,39	1,87	1,21	0,24	0,19	0,13	10,1	9,8	9,5
Z <sup>•</sup>	2,00	1,63	1,10	0,20	0,16	0,12	10,0	10,0	9,6
G <sub>1</sub>	2,80	2,13	1,33	0,28	0,22	0,14	10,2	9,6	9,5
Z N <sub>1</sub>	2,02	1,64	1,08	0,20	0,17	0,11	10,0	9,8	9,8
N <sub>1</sub>	1,94	1,65	1,08	0,19	0,17	0,12	10,0	10,0	9,3
N <sub>2</sub>	2,04	1,64	1,10	0,20	0,16	0,11	10,3	10,5	9,8
N <sub>3</sub>	2,01	1,60	1,12	0,20	0,16	0,12	9,8	9,8	9,6
N <sub>4</sub>	2,01	1,60	1,12	0,20	0,16	0,12	9,8	9,8	9,6
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	2,74	2,22	1,34	0,26	0,22	0,14	11,0	10,0	9,6
N <sub>1</sub>	2,93	2,03	1,30	0,29	0,21	0,14	10,4	9,6	9,6
N <sub>2</sub>	2,89	2,00	1,34	0,29	0,21	0,14	9,8	9,5	9,5
N <sub>3</sub>	2,63	2,27	1,33	0,28	0,24	0,15	9,5	9,3	9,1
N <sub>4</sub>	2,63	2,27	1,33	0,28	0,24	0,15	9,5	9,3	9,1
<i>Statistische toetsing</i>									
W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup>	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Z-G <sub>1</sub>	60,1 <sup>++</sup>	11,9 <sup>+</sup>	34,3 <sup>++</sup>	49,8 <sup>++</sup>	8,3 <sup>+</sup>	11,8 <sup>+</sup>	--	--	--
N <sub>L</sub>	--	--	--	--	--	2,3	4,2 <sup>(+)</sup>	--	1,2
N <sub>Q</sub>	1,7	1,3	--	1,4	2,5	--	--	--	--
K <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )	1,5	3,4 <sup>(+)</sup>	--	2,7	3,7 <sup>(+)</sup>	--	--	--	--
K <sub>L</sub> (Z-G)	--	--	--	--	1,4	--	3,2 <sup>(+)</sup>	1,9	1,0

*Berekening.* Geen duidelijk aan te geven invloed.

*Bodembehandeling.* Door de grasmat werd het koolstofgehalte in alle drie onderzochte lagen in zeven proefjaren statistisch zeer betrouwbaar verhoogd. Als organische stof uitgedrukt stegen de percentages ten opzichte van zwart voor de laag van 0-5 cm van 3,4 naar 4,8%, voor de laag 5-10 cm van 2,8 naar 3,7% en voor de laag van 10-20 cm van 1,9 naar 2,3%. Gemiddeld over de laag van 0-20 cm waren de gehalten aan organische stof voor zwart en gras, resp. 2,5 en 3,3%. Dit betekent een stijging van het organische-stofgehalte van 0,1% per jaar, een waarde die ook in ander onderzoek in boomgaarden met jonge grasmatten werd gevonden (Pouwer, 1960).

Ook het totaal-stikstofgehalte van de grond werd verhoogd door de aanwezigheid van het gras. De verschillen waren voor de drie onderzochte lagen statistisch betrouwbaar. De gemiddelde gehalten voor zwart en gras voor de laag van 0-20 cm bedroegen 0,15 en 0,20% N-totaal. Dit betekent dat in deze laag volgens berekening uit het volumegewicht van de grond 1260 kg N per ha op de grasveldjes meer aanwezig was dan op de zwart gehouden veldjes. Gemiddeld over de N-trappen zou dus 180 kg N per ha per jaar gebonden zijn door het gras of meer gebonden en minder verloren dan op zwart gehouden grond.

De C/N-verhouding toonde geen statistisch betrouwbare verschillen. Op de grasveldjes lag deze verhouding wat lager in de twee onderste lagen in de twee onderste lagen. Maar de afwijking is gering en de opbouw van de organische stof gebeurde "evenwichtig".

*Stikstofbemesting.* Er is geen duidelijk effect op het  $C_t$ - en  $N_t$ -gehalte van de grond. De C/N-verhouding vertoont de neiging te dalen naarmate meer stikstof gegeven is, vooral op de grasveldjes in de laag van 0-5 cm.

Geen systematisch onderzoek werd verricht naar het verloop van de chemische bodemvruchtbaarheid onder invloed van de behandelingen over de jaren. In november 1955 werden 9 veldjes in drie lagen bemonsterd, de veldjes verspreid over het proefveld gekozen. De monsters werden op het Bedrijfs-laboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek op diverse bepalingen onderzocht. In voorjaar 1957 werden vier veldjes met verschillende bodembehandelingen in twee lagen bemonsterd, en in voorjaar 1961 weer vier veldjes, maar nu alleen in de laag van 0-20 cm. In tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de analysecijfers voor pH-KCl, P-citroen, K-HCl, MgO-NaCl, percentage organische stof,  $N_t$ -percentage en C/N. In 1961 werd niet P-citroen bepaald, maar P-AL. Het laatste cijfer werd in het P-citroenzuurcijfer omgezet met de factor 1,1. De gegevens voor het organische-stofgehalte, N-totaal en de daaruit voortkomende C/N-verhouding in 1962, zijn afkomstig van het laboratorium van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid. Verschillen in niveau tussen de cijfers van de twee laboratoria zijn niet uitgesloten. Daar de analysecijfers maar van enkele veldjes afkomstig zijn, moeten de verschillen welke in de tabel 4 naar voren komen, met de nodige reserve bekeken worden.

Tabel 4  
Verloop van de chemische bodemvruchtbaarheid op enkele veldjes

	pH-KCl				P-citroen (0,001%)				K-HCl (0,001%)				MgO-NaCl (d.p.m.)	
	1956	1957	1961	1962**	1956	1957	1961	1962**	1956	1957	1961	1962**	1956	1957
zwart 0-20 cm	7,0	7,1	7,1		61	59	41*		47	31	20		146	148
gras 0-20 cm	7,0	7,1	7,1		57	50	37*		51	26	18		138	156
zwart 20-40 cm	7,2	7,2			29	39			18	23			120	
gras 20-40 cm	7,2	7,2			21	26			13	16			100	
	Organische stof (%)				N-totaal (%)				C/N					
zwart 0-5 cm	4,9				0,23				12,3				9,8	
gras 0-5 cm	5,2				0,24				12,4				9,3	
zwart 0-20 cm	3,9	3,5	3,2	2,7	0,20	0,17	0,15	0,16	11,2	11,8	12,2		9,6	
gras 0-20 cm	3,9	3,6	4,1	3,7	0,21	0,18	0,19	0,20	10,8	11,4	12,5		10,2	
zwart 20-40 cm	1,6	1,8			0,09	0,10			10,3	10,4				
gras 20-40 cm	1,6	1,9			0,09	0,11			10,0	9,8				

\*P-citroen berekend uit P-AL.

\*\*Analysecijfers afkomstig van routinerebepalingen door het Centraal Laboratorium van het IB.

Daar bij de aanvang van de proef de fosfaat- en kali-grondanalysecijfers hoog waren, werd niet met deze voedingsstoffen gemest. De achteruitgang van de gehalten is logisch. Het kaligehalte daalde snel en al spoedig moest weer met kali worden gemest. Het lijkt erop dat de daling in kali- en ook in fosfaatgehalten op de grasveldjes sneller verloopt.

De pH werd niet beïnvloed. De in de tabel 4 vermelde verschillen in  $C_t$ - en  $N_t$ -gehalten doen de vraag rijzen of deze zijn ontstaan door stijging van de gehalten op de grasveldjes of door daling op de zwart gehouden veldjes. Uit de cijfers komt naar voren dat er meer sprake is van een daling op de zwart gehouden veldjes dan van een stijging op de grasveldjes. Daar bij de aanvang van de proef de grasmat werd gescheurd, lijkt dit laatste niet geheel onwaarschijnlijk. De winst aan organische stof op de grasperceeltjes zou in de proefjaren gering, ja praktisch zelfs afwezig zijn geweest. De cijfers van het eigen laboratorium liggen op een ander niveau, maar maken bij vergelijking van de gehalten een daling meer waarschijnlijk dan een stijging.

#### *4.3. De in de grond aanwezige beschikbare stikstof*

Periodiek werden monsters gestoken op de drie bodembehandelingen van de bovenste lagen om het verloop van de voor de plant beschikbare stikstof na de bemesting te volgen. Op het proefveld werd de stikstof laat gegeven: 9 maart 1956, 1 april 1957, 21 april 1958, 21 april 1959, 19 april 1960, 10 maart 1961, 11 april 1962, 9 april 1963 en 4 maart 1964. Door de regen zal de stikstof in het profiel dringen. Als de verdamping overheerst kan weer opstijging van stikstof voorkomen. De stikstof verdwijnt ook uit de bovenste lagen door de opname van de graswortels op de grasveldjes en door de opname van de vruchtboomwortels. Tijdens de zomermaanden komt stikstof ter beschikking als gevolg van mineralisatie. In natte perioden kan stikstof verdwijnen door denitrificatie. De uiteindelijk gevonden hoeveelheid in water oplosbare stikstof is dus een resultante van vele werkingen.

In tabel 5 staan de hoeveelheden in water oplosbare stikstof vermeld, gevonden in de lagen 0-20, 20-40 en 0-40 cm en gegroepeerd in vier perioden na de bemesting. Door dat niet van alle jaren gegevens in gelijke mate voorkwamen, stijgt de hoeveelheid neerslag na de bemesting per groep niet regelmatig. In de laatste groep kwamen meer gegevens voor van jaren met minder neerslag. Dit uit zich in hogere cijfers voor de beschikbare stikstof. De hoeveelheden beschikbare stikstof nemen namelijk af in de loop van het seizoen. Maar toch was in de laag van 0-40 cm op de grasveldjes gemiddeld nog evenveel stikstof aanwezig in de periode 16-30 juni als was gegeven met de laagste gift van 25 kg. Op de zwarte veldjes waren de cijfers duidelijk hoger. Dit wijst op een behoorlijke stikstofmineralisatie in de grond. De vermindering in beschikbare stikstof in de laag van 0-40 cm door het gras t.o.v. zwart schommelt tussen 40-70 kg/ha in de eerste drie perioden. Op het volveldsgras is de gehele periode bij de hoogste gift nog een behoorlijke hoeveelheid beschikbare stikstof aanwezig. Hij ligt 70-140 kg boven het niveau van

Tabel 5

Hoeveelheid in water oplosbare stikstof in kg per ha voor drie lagen en drie bodenbehandelingen, gegroepeerd in vier perioden

Periode	Regen na bemesting in mm	0-20 cm			20-40 cm			0-40 cm									
		ZI	ZIV	ZIV-ZI	ZI	ZIV	ZIV-ZI	ZI	ZIV	ZIV-ZI							
1/5-15/5	63	50	160	110	23	70	47	73	230	157							
16/5- 9/6	121	55	172	117	23	52	30	72	212	140							
16/6-30/6	173	46	148	102	19	70	51	64	208	145							
1/7-15/7	157	69	128	59	20	109	89	109	251	142							
		$G_1I$	$G_1IV$	$G_1IV-G_1I$	$Z-G_1$	$G_1I$	$G_1IV$	$G_1IV-G_1I$	$Z-G_1$	$G_1I$	$G_1IV$	$G_1IV-G_1I$	$Z-G_1$				
1/5-15/5	63	32	110	78	12	38	26	22	44	147	104	56					
16/5- 9/6	121	25	107	81	12	60	48	2	37	173	136	38					
16/6-30/6	173	16	73	58	10	32	23	24	25	105	80	71					
1/7-15/7	157	18	73	55	21	41	20	34	44	114	70	101					
		$G_2I$	$G_2IV$	$G_2IV-G_2I$	$Z-G_2$	$G_2I$	$G_2IV$	$G_2IV-G_2I$	$Z-G_2$	$G_2I$	$G_2IV$	$G_2IV-G_2I$	$Z-G_2$				
1/5-15/5	63	26	151	125	17	17	21	36	15	18	48	186	140	35			
16/5- 9/6	121	30	139	109	29	19	17	53	37	3	50	201	151	17			
16/6-30/6	173	39	80	41	38	15	17	67	50	3	60	154	95	29			
1/7-15/7	157	32	101	69	33	21	30	64	34	18	69	187	118	52			
		$G_2I$	$G_2IV$	$G_2IV-G_2I$	$Z-G_2$	$G_2I$	$G_2IV$	$G_2IV-G_2I$	$Z-G_2$	$G_2I$	$G_2IV$	$G_2IV-G_2I$	$Z-G_2$	$G_2I$	$G_2IV$	$G_2IV-G_2I$	$Z-G_2$



de laagste gift. Deze cijfers maken het duidelijk waarom de bomen maar vrij matig reageerden op de verschillende stikstoftrappen, ook op de graspercelen. De G<sub>2</sub>-objecten, aanvankelijk vaak maaien en later grasstrokencultuur, werden over de gehele oppervlakte bemonsterd. De meeste monsters (vier van de zes) komen van de tweede periode. De stikstofcijfers zijn duidelijk hoger dan bij de volveldsgraspercelen. De hoeveelheden liggen 20-50 kg N/ha hoger voor de laag van 0-40 cm.

Bij het uitzetten van de hoeveelheden in water oplosbare stikstof tegen de regenvalsom na de bemesting, komen zeer grote verschillen voor van jaar tot jaar. Het is duidelijk dat de regenval in deze periode niet het enige mechanisme is dat de verdwijning van de stikstof uit een bepaalde laag bewerkstelligt. Zeer globaal komen de lijnen eruit zoals is aangegeven in figuur 6. Vooral in de beginperiode, tot 100 mm neerslag is gevallen - dit valt gemiddeld omstreeks 25 mei -, komen op de zwart gehouden percelen hogere stikstofhoeveelheden voor. Na 140 mm regen - omstreeks 10 juni - lopen de lijnen voor zwart en gras min of meer parallel met een verschil in beschikbare stikstof van circa 25 kg N/ha. De gegevens van 1959 met een neerslag na de bemesting van maar 67 mm tot 10 juli vallen uit dit gemiddelde beeld. Daar waren de stikstofcijfers voor de zwart gehouden veldjes zeer hoog: 160 kg N/ha voor de 1<sup>e</sup> trap en 380 kg voor de 4<sup>e</sup> trap. Berekening gaf hier een sterke daling van de beschikbare stikstof, maar niet op de graspercelen, welke zich trouwens op een veel lager niveau bevonden.

5. INVLOED VAN DE BEHANDELINGEN OP DE KWALITEIT VAN HET BLAD VAN DE BOOM

5.1. De bladkleur

De eerste en de laatste proefjaren werd door schattingen van de bladkleur getracht de reactie van de boom op de behandelingen vast te leggen (tabel 6 en 7, fig. 7).

Tabel 6  
Schattingcijfers voor bladkleur en stand

Behandelingen	Bladkleur	Bladkleur	Bladstand	Stand	Bladkleur	Stand	Bladkleur	Blad-	Blad-
	3/8/56	21/6/57	18/7/61	18/7/61	3/9/62	3/9/62	19/7/63	kleur	kleur
								12/9/63	4/9/66
W <sup>-</sup>	7,04	5,98							
W <sup>+</sup>	7,09	6,34							
Z	7,61	6,83	7,02	6,35	7,22	6,14	7,20	6,81	6,50
G <sub>1</sub>	6,75	5,77	7,15	6,73	7,18	7,02	7,60	6,99	6,89
G <sub>2</sub>	6,83	5,88	7,23	6,58	7,28	6,57	7,51	7,22	6,95
Z W <sup>-</sup>	7,55	6,84							
Z W <sup>+</sup>	7,67	6,82							
G <sub>1</sub> W <sup>-</sup>	6,76	5,60							
G <sub>1</sub> W <sup>+</sup>	6,74	5,95							
G <sub>2</sub> W <sup>-</sup>	6,81	5,51							
G <sub>2</sub> W <sup>+</sup>	6,86	6,25							
<i>Statistische toetsing</i>									
W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup>	--	2,0	--	--	1,9	--	n.b.	--	--
ZZ-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>	25,0 <sup>+++</sup>	14,1 <sup>++</sup>	1,9	1,5	--	5,9 <sup>+</sup>	n.b.	1,9	4,5 <sup>(+)</sup>
G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>	--	--	--	--	1,7	2,0	n.b.	--	--

n.b. = niet berekend

*Berekening.* De kleur van het blad van de bomen op de beregende veldjes leek in 1957 donkerder te zijn. Verwerking van de schattingscijfers voor de bladkleur toonde echter geen betrouwbaar verschil aan.

*Bodembehandeling.* In 1956 en 1957 was de bladkleur op de zwart gehouden veldjes aanzienlijk donkerder. Het verschil werd in schattingscijfers statistisch betrouwbaar vastgelegd. In 1961 en 1962 waren er geen verschillen in bladkleur tussen de drie bodembehandelingen. In 1963 werd de bladkleur van de bomen op de zwart gehouden veldjes als minder donker gekwalificeerd. Gras was toen geen duidelijke stikstofconcurrent (meer). Misschien kwam het structuurverval van de grond en de geringere beschikbaarheid van het ijzer op de zwart gehouden veldjes tot uiting bij het schatten van de bladkleur. In 1964 kan de bladkleur op de voormalig zwart gehouden veldjes reeds een geringe achteruitgang vertoond hebben als gevolg van het inzaaien van het gras.

Tabel 7

Schattingscijfers voor bladkleur en stand

Behandelingen	Bladkleur 31/8/56	Bladkleur 21/6/57	Bladstand 18/7/61	Stand 18/7/61	Bladkleur 3/9/62	Stand 3/9/62	Bladkleur 19/7/63	Bladkleur 12/9/63	Bladkleur 4/9/64
N <sub>1</sub>	6,35	5,71	6,97	6,69	7,06	6,81	7,35	7,06	6,60
N <sub>2</sub>	6,98	5,98	7,11	6,69	7,15	6,76	7,53	6,97	6,92
N <sub>3</sub>	7,38	6,46	7,17	6,28	7,22	6,24	7,41	6,92	6,84
N <sub>4</sub>	7,55	6,48	7,28	6,56	7,47	6,50	7,43	7,09	6,76
-----									
W-N <sub>1</sub>	6,33	5,52							
W-N <sub>2</sub>	6,80	5,69							
W-N <sub>3</sub>	7,40	6,37							
W-N <sub>4</sub>	7,63	6,35							
W+N <sub>1</sub>	6,37	5,90							
W+N <sub>2</sub>	7,15	6,28							
W+N <sub>3</sub>	7,37	6,55							
W+N <sub>4</sub>	7,47	6,62							
-----									
ZN <sub>1</sub>	7,19	6,72	6,75	6,83	7,25	6,83	7,33	6,83	6,38
ZN <sub>2</sub>	7,41	6,74	7,25	6,17	7,21	5,67	7,00	6,58	6,53
ZN <sub>3</sub>	7,92	6,77	6,92	5,75	7,17	5,79	6,91	6,67	6,60
ZN <sub>4</sub>	7,94	7,08	7,17	6,67	7,25	6,25	7,50	7,17	6,48
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	5,84	5,31	7,08	6,50	6,75	6,96	7,27	6,75	6,68
G <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	6,66	5,34	7,08	7,17	7,12	7,67	8,08	7,12	7,12
G <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	7,12	6,18	7,25	6,58	7,25	6,38	7,83	7,27	6,90
G <sub>1</sub> N <sub>4</sub>	7,36	6,25	7,17	6,67	7,58	7,08	7,17	6,83	6,85
G <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	6,01	5,11	7,08	6,75	7,17	6,62	7,45	7,58	6,73
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	6,86	5,86	7,00	6,75	7,12	6,96	7,46	7,21	7,10
G <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	7,10	6,43	7,33	6,50	7,25	6,54	7,46	6,83	7,03
G <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	7,35	6,11	7,50	6,33	7,58	6,17	7,63	7,27	6,93

*Statistische toetsing*

N <sub>L</sub>	58,3 <sup>+++</sup>	24,8 <sup>+++</sup>	2,0	--	8,7 <sup>++</sup>	1,4	n.b.	--	--
N <sub>Q</sub>	3,9 <sup>(+)</sup>	--	--	--	--	--	n.b.	--	2,9 <sup>(+)</sup>
-----									
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )	--	--	1,6	--	1,0	4,1 <sup>+</sup>	n.b.	2,8	--
N <sub>L</sub> (ZZ-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	2,9 <sup>(+)</sup>	4,6 <sup>+</sup>	--	--	2,9 <sup>(+)</sup>	--	n.b.	1,2	--
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )(ZZ-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	3,6 <sup>(+)</sup>	--	--	--	4,6 <sup>+</sup>	2,3	n.b.	--	2,0

n.b. = niet berekend

*Stikstofbemesting.* De eerste proefjaren was er een scherpe reactie in de bladkleur op de toenemende stikstofvoorziening. De laatste proefjaren was het effect afgevlakt: in 1962 nog een statistisch betrouwbaar lineair effect, maar in 1961, 1963 en 1964 niet.

De *interactie* tussen *bodembehandeling* en *stikstofbemesting* was in 1957 statistisch betrouwbaar en in 1956 en 1962 statistisch bijna betrouwbaar. Deze wisselwerking hield in, dat de verbetering in bladkleur door de stikstof op de grasveldjes sterker was dan op de zwart gehouden veldjes. In 1956 en 1957 werd met de hoogste stikstofgift op de grasveldjes nog niet de donkere, uit praktijk-oogpunt wenselijk

geachte bladkleur bereikt, die op de zwart gehouden veldjes aanwezig was. Volgens figuur 7 zou minstens 150 kg N/ha nodig zijn om het verschil in bladkleur weg te werken.

### 5.2. Waarnemingen over droogteschade in 1957

In het voorjaar van 1957 kwamen droge perioden voor. De neerslag in april bedroeg 10 mm. Van 12 juni tot 11 juli kwam een droge periode voor, waarin 9,2 mm regen viel, afgezien van een regendag op 4 juli met 23,2 mm neerslag. Het verdampingsoverschot vanaf 1 mei, waarbij de grond eind april op veldcapaciteit is geschat, werd voor eind juni berekend op 125 mm en voor eind juli op 200 mm. In juli 1957 kwamen aan de bomen verschijnselen voor, welke werden toegeschreven aan droogteschade. Er werden schattingscijfers gegeven, waarbij hoofdzakelijk werd gekeken naar de gele en afgevallen bladeren aan de kortloten. De invloed van de proefvariabelen op deze droogteschade manifesteerde zich als in tabel 8.

*Berekening.* Door de berekening was het optreden van de droogteverschijnselen in grote mate voorkomen. Er was op 17 juni en 1 juli 30 mm water gegeven.

*Bodembehandeling.* De bomen op de zwart gehouden veldjes stonden duidelijk frisser. Waar het gras vaak gemaaid werd, was de vochtconcurrentie voor de boom teruggedrongen. Dit stemt overeen met het doel van deze proeffactor. De verschillen in droogteschade aan de bomen waren statistisch betrouwbaar.

De *interactie tussen berekening en bodembehandeling* was statistisch betrouwbaar en laat zien dat het gunstige effect van de berekening vooral naar voren komt op de grasveldjes.

*Stikstofbemesting.* Naarmate meer stikstof was gegeven, was de vergeling en de bladval geringer. Men kan zich voorstellen dat een gedeelte van de aan de boom geconstateerde schade berust op een relatief stikstofgebrek. De bovengrond is uitgedroogd en de opname van stikstof is geremd, o.a. door het uitblijven van de aanvoer van stikstof naar de wortels via het bodemvocht en door het niet op gang komen van de stikstofmineralisatie.

De *interactie tussen stikstofbemesting en berekening* was statistisch bijna betrouwbaar. Zij geeft aan dat het gunstige effect van de stikstofbemesting vooral daar tot uiting komt waar de droogteschade het sterkst is, namelijk op de onberegende veldjes.

De *interactie tussen stikstofbemesting en bodembehandeling* welke statistisch zeer betrouwbaar werd aangetoond, wijst erop dat de stikstofbemesting alleen duidelijk gunstig werkte op de vaak gemaaide grasveldjes. Waar het gras minder frequent werd gemaaid, werd geen werking van de stikstof gezien. Droogte en stikstofbehoefte zijn hier blijkbaar zo groot, dat de bemesting tot 250 kg per ha hier onvoldoende doorheen komt. In ander onderzoek (Van der Boon, 1967) werd gevonden dat bij scherpe droogte stikstofbemesting geen effect heeft op droogteverschijnselen aan bomen, ook al zou dit ten dele worden veroorzaakt door relatief stikstofgebrek.

Tabel 8

Schattingscijfers droogteschade 19 juli 1957.

Behandelingen		Behandelingen	
$W^-$	2,26	$N_1$	1,52
$W^+$	0,49	$N_2$	1,53
		$N_3$	1,34
		$N_4$	1,11
Z	0,30	$W^-N_1$	2,63
$G_1$	2,43	$W^-N_2$	2,44
$G_2$	1,38	$W^-N_3$	2,08
		$W^-N_4$	1,88
		$W^+N_1$	0,41
		$W^+N_2$	0,61
		$W^+N_3$	0,59
		$W^+N_4$	0,33
$ZW^-$	0,53	$ZN_1$	0,36
$ZW^+$	0,07	$ZN_2$	0,42
		$ZN_3$	0,29
		$ZN_4$	0,15
$G_1W^-$	3,94	$G_1N_1$	2,27
$G_1W^+$	0,93	$G_1N_2$	2,48
		$G_1N_3$	2,56
		$G_1N_4$	2,42
$G_2W^-$	2,30	$G_2N_1$	1,92
$G_2W^+$	0,46	$G_2N_2$	1,69
		$G_2N_3$	1,17
		$G_2N_4$	0,75
<i>Statistische toetsing</i>			
$W^- - W^+$	39,3 <sup>+++</sup>	$N_L$	5,3 <sup>+</sup>
		$N_Q$	--
$2Z - G_1 - G_2$	28,7 <sup>++</sup>	$N_L(W^- - W^+)$	3,8 <sup>(+)</sup>
$G_1 - G_2$	9,3 <sup>+</sup>	$N_L(2Z - G_1 - G_2)$	--
		$N_L(G_1 - G_2)$	9,1 <sup>++</sup>
$(W^- - W^+)(2Z - G_1 - G_2)$	10,8 <sup>++</sup>	$N_L(W^- - W^+)(2Z - G_1 - G_2)$	--
$(W^- - W^+)(G_1 - G_2)$	2,9	$N_L(W^- - W^+)(G_1 - G_2)$	2,9 <sup>(+)</sup>
		$N_Q(W^- - W^+)$	--
		$N_Q(2Z - G_1 - G_2)$	--

Code: hoog cijfer - meer geel en afgevallen blad

### 5.3. IJzergebrek

Het voortdurend zwart houden van de grond leidde tot een slechte structuur van de bovenlaag. Dit mocht op de duur tot een nadelig effect op de bomen leiden. De vraag is op welke termijn dit nadelig effect te voorschijn komt. Het doel van deze proef was om dit vast te stellen. Aanvankelijk vertoonden de bomen op de zwart gehouden veldjes een duidelijk betere stand. Dit werd o.a. veroorzaakt door het vrijkomen van stikstof uit de gescheurde grasmat. Na het derde proefjaar vertoonde de groei van de bomen op de zwart gehouden veldjes een geleidelijke achteruitgang in vergelijking met de bomen op de veldjes met gras. Een tamelijk ernstig optreden van kanker en ijzergebrek werd geconstateerd in de herfst van 1960 na een natte zomer. Deze ongunstige ontwikkeling was nog duidelijker in het volgende jaar, toen het zomerseizoen ook uitgesproken nat was. In de praktijk wordt vaak na natte perioden ijzergebrek op gelijksoortige gronden aangetroffen. Ook de volgende jaren was de stand van de bomen op de zwart gehouden veldjes minder goed en trad ijzergebrek op in de bomen. Het ijzergebrek was ernstiger in de Jonathan op M IV, ook voorkomend op het proefterrein, dan in de proefbomen op M VII. Op de veldjes met afwijkend profiel, zand in de ondergrond, was het gebrek heviger.

Door schattingscijfers werd getracht de mate van de gebrekssymptomen vast te leggen om zo de invloed van de proeffactoren te kunnen bestuderen. De beoordelingsschaal loopt van 0 tot 10. Voor 1961 is deze als volgt omschreven: 0 = geen chlorose; 1 = zeer weinig ijzergebrek, enkele bladeren op de langloten met verschijnselen; 3 = enkele scheuten met ijzergebrek, 30% van de bladeren op de langloten met verschijnselen; 5 = alle bladeren op de langloten met chlorose; 7 = alle bladeren op de langloten met chlorose en 30% van de bladeren op de kortloten met chlorose. Bovendien werden op 19 juli 1961 aan de top van de langloten bladeren verzameld en wel het derde en vierde, jonge net volwassen blad ter bepaling van het ijzergehalte. De bepaling werd uitgevoerd door het laboratorium van het Proefstation voor de Fruitteelt te Wilhelminadorp.

Tabel 9 met de schattingscijfers voor ijzergebrek geeft aanleiding tot het volgende commentaar.

*Bodembehandeling.* Op de zwart gehouden veldjes trad het ijzergebrek in versterkte mate op. Het verschil met het op de grasveldjes gevonden ijzergebrek is voor de schattingscijfers statistisch betrouwbaar. Een tegenstelling tussen volvelds gras en grasstrokcultuur is niet aanwezig. De ongunstige fysische eigenschappen van de middenbaan bij het zwart houden leidde dus tot het blokkeren van de ijzeropname. Te verwachten is dat de structuur van de grond onder de bomen voor de verschillende bodembehandelingen veel minder grote verschillen vertoont daar hier de invloeden van mechanische verdichting zoals rijden en regenval niet of minder aanwezig zijn. Vandaar dat het ijzergebrek op gras en grasstroken even weinig optreedt. Ook het ijzergehalte van de topbladeren van de langloten was lager voor de bomen op de zwart gehouden veldjes. Een duidelijk samenhang tussen de schattingscijfers voor ijzergebrek en het ijzergehalte is overigens niet aanwezig.

Tabel 9

IJzergebrek en ijzergehalten in het blad

	Fe-gebrek				Fe-gehalten d.p.m.
	18/7/'61	3/9/'62	12/9/'63	4/9/'64	1961
Z	3,0	1,9	3,9	1,1	66,4
G <sub>1</sub>	0,4	0,4	1,5	0,2	73,1
G <sub>2</sub>	0,4	0,2	1,6	0,2	74,9
N <sub>1</sub>	1,3	0,7	2,1	0,3	74,7
N <sub>2</sub>	1,3	1,0	2,5	0,7	-
N <sub>3</sub>	1,2	0,7	2,2	0,2	-
N <sub>4</sub>	1,2	0,9	2,5	0,9	68,3
Z N <sub>1</sub>	2,7	1,5	3,7	0,5	67,3
Z N <sub>2</sub>	3,4	2,8	4,5	1,8	-
Z N <sub>3</sub>	3,1	1,5	4,2	0,6	-
Z N <sub>4</sub>	2,8	1,9	3,4	1,7	65,5
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	0,7	0,5	1,3	0,2	80,0
G <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	0,2	0,0	1,2	0,1	-
G <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	0,4	0,3	1,3	0,0	-
G <sub>1</sub> N <sub>4</sub>	0,4	0,7	2,2	0,7	66,3
G <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	0,6	0,0	1,4	0,2	76,8
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	0,3	0,2	1,8	0,2	-
G <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	0,2	0,3	1,2	0,1	-
G <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	0,5	0,2	1,9	0,2	73,0
<b>Statistische toetsing</b>					
ZZ-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>	23,7 <sup>+++</sup>	6,5 <sup>+</sup>	40,3 <sup>+++</sup>	4,9 <sup>(+)</sup>	13,7 <sup>++</sup>
G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>	--	--	--	--	--
N <sub>L</sub>	--	--	--	--	10,9 <sup>+</sup>
N <sub>Q</sub>	--	--	--	--	--
N <sub>L</sub> (ZZ-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--	--	--	--	2,9

**Stikstofbemesting.** Terwijl de stikstofbemesting geen invloed uitoefent op het optreden van zichtbare gebreksverschijnselen, bleek het ijzergehalte van het blad door stikstof gedaald te zijn, het effect was statistisch betrouwbaar.

IJzergebrek kan optreden door ophoping van bicarbonaat in de grond als gevolg van slechte structuur. Door de afdeling Scheikunde van de grond van het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid werden bicarbonaatbepalingen uitgevoerd in monsters, genomen in maart 1962 van de lagen van 0-5, 5-10, 10-20 en 20-40 cm. Tussen de zwart gehouden veldjes en de grasveldjes werden echter in deze lagen geen verschillen in dit gehalte gevonden. In oktober werden opnieuw bemonsteringen uitgevoerd en wel van de laag van 0-20 cm. Naast bicarbonaat werden nu ook geanalyseerd het humusgehalte en het gehalte aan organisch gebonden ijzer door middel van vrij chelaat, EDDHA. Het ijzergebrek werd tevens opnieuw geschat en in cijfers vastgelegd. Er werd

weer geen verschil in bicarbonaatgehalte gevonden tussen de zwart gehouden veldjes en de grasveldjes. Wel werd een hoger vochtgehalte aangetoond in de monsters van de grasveldjes, hetgeen ook het geval was met de monsters van maart. Daar de vochttoestand vroeg en laat in het jaar hoog is, waarbij een verschil in onttrekking tussen wel en niet gras geen rol speelt, moet het hogere vochtgehalte van de grasveldjes een gevolg zijn van het hogere poriënvolume. Hoewel de hoeveelheid ijzer, aan organische stof gebonden, een weinig lager was op de zwart gehouden veldjes, kon geen duidelijk verband aangetoond worden van deze cijfers met de mate van ijzergebrek. Het voorkomen van meer ijzergebrek op het profiel met lichte ondergrond, waarschijnlijk met een hoger gehalte aan koolzure kalk, heeft hierbij storend gewerkt.



## 6. INVLOED VAN DE BEHANDELINGEN OP DE CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN HET BLAD VAN DE BOOM

### 6.1. *Het stikstofgehalte van het blad*

In augustus van ieder proefjaar werden het derde en vierde blad onderaan de langloten bemonsterd om een idee te verkrijgen over de voedingstoestand van het gewas onder invloed van de behandelingen.

Uit tabellen 8, 10 en 11 kan het volgende worden afgeleid.

*Berekening.* De berekening had geen duidelijk effect op de stikstofvoedingstoestand van het blad. Dit kan de uiteindelijke status quo zijn van tegengestelde krachten: berekening bevordert enerzijds de mineralisatie in de grond en doet de stikstof door de grasmat dringen, zodat de opname door de vruchtboomwortels begunstigd wordt. Anderzijds wordt de grasgroei gestimuleerd, zodat meer stikstof wordt opgenomen en verbruikt door het gras. Alleen in de droge jaren 1957 en 1959 is het stikstofgehalte van het blad van de beregende bomen wat hoger, zodat de eerstgenoemde argumenten dan blijkbaar iets overwegen.

*Bodembehandeling.* De bodembehandelingen hadden een zeer duidelijk effect op het stikstofniveau in het blad. Het gehalte van het blad van de bomen op de zwart gehouden veldjes was statistisch betrouwbaar hoger. Hier was de stikstofconcurrentie niet alleen uitgeschakeld, maar ook zal er door mineralisatie van de ondergefreesde grasmat stikstof zijn vrijgekomen ten goede van de boom. Het niveau van het blad moet op de grasveldjes in 1956 en 1957 zeker als onvoldoende voor de voedingstoestand van de boom beschouwd worden (percentage N van 2,10 en 2,20). De latere jaren zijn de cijfers minder ongunstig, hetgeen kan wijzen op een verminderde concurrentiekracht van het gras. Er was tussen de objecten weinig en veel maaien de eerste proefjaren geen verschil in stikstofgehalte. Het vaak maaien leidde niet tot een afname van de concurrentiekracht van het gras om de stikstof. De in 1959 ingevoerde grasstrokencultuur gaf onmiddellijk een reactie van de boom te zien in het stikstofgehalte van het blad. Het verschil met de volvelds grasveldjes was statistisch betrouwbaar. Het gehalte is daarna maar weinig lager ten opzichte van dat op de zwart gehouden veldjes. Het inzaaien van gras op de zwart gehouden velden in 1964 gaf dadelijk een nivellering te zien van de stikstofgehalten.

Een *interactie* tussen de *berekening*, zoals op dit proefveld uitgevoerd en de *bodembehandeling* werd niet gevonden.

*Stikstofbemesting.* Door de bemesting werd het stikstofgehalte van het blad statistisch betrouwbaar verhoogd, behalve in 1964. Slechts in twee proefjaren werd een maximum bereikt bij een gift, die lager was dan 250 kg zuivere stikstof per ha, namelijk in 1958 en 1963.

	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Effect van de behandelingen</i>									
$W^-$	2,14	2,24	2,52	2,42	2,64				
$W^+$	2,14	2,26	2,52	2,45	2,64				
Z	2,23	2,36	2,65	2,51	2,70	2,30	2,42	2,70	2,52
$G_1$	2,09	2,20	2,48	2,32	2,54	2,22	2,27	2,59	2,52
$G_2$	2,10	2,20	2,43	2,47	2,67	2,27	2,38	2,64	2,51
$Z W^-$	2,22	2,35	2,66	2,49	2,68				
$Z W^+$	2,24	2,37	2,65	2,52	2,71				
$G_1 W^-$	2,09	2,15	2,48	2,29	2,57				
$G_1 W^+$	2,08	2,20	2,47	2,36	2,52				
$G_2 W^-$	2,09	2,19	2,43	2,46	2,67				
$G_2 W^+$	2,10	2,21	2,43	2,48	2,67				
<i>Statistische toetsing</i>									
$W^- - W^+$	--	--	--	1,1	--	--	--	--	--
$2Z - G_1 - G_2$	28,0 <sup>+++</sup>	54,9 <sup>+++</sup>	21,8 <sup>+++</sup>	8,4 <sup>++</sup>	4,3 <sup>+</sup>	2,8 <sup>(+)</sup>	7,6 <sup>+</sup>	6,2 <sup>+</sup>	--
$G_1 - G_2$	--	--	--	1,6	6,3 <sup>+</sup>	1,2	7,7 <sup>+</sup>	1,4	--
$(W^- - W^+)(2Z - G_1 - G_2)$	--	--	--	--	--	1,0	--	--	--
$(W^- - W^+)(G_1 - G_2)$	--	--	--	--	--	1,9 <sup>(+)</sup>	1,9	--	--

Een interactie tussen beregening en stikstofbemesting tekent zich niet duidelijk af. Het lijkt erop dat het stikstofgehalte van het blad bij de hoogste gift iets verder uitloopt als het veld beregend werd. In 1959 was de stikstofreactie bij de tweede en derde stikstoftrap gering op de onberegende veldjes, maar deze was veel sterker als er wel beregend was. Geen van de gesignaleerde interacties was echter betrouwbaar.

De interactie tussen bodembehandeling en stikstofbemesting komt de eerste proefjaren daarin tot uiting, dat het stikstofgehalte van het blad van de bomen op de zwart gehouden veldjes niet op de stikstoftrappen reageert en het gehalte van het blad op de grasveldjes wel. In 1957 kwam zelfs een verschil naar voren in stikstofreactie in afhankelijkheid van het min of meer frequent maaien van het gras: de stijging van het stikstofgehalte van het blad was op de vaker gemaaide veldjes iets scherper en er werd min of meer een maximum bereikt. Terwijl aanvankelijk nergens het stikstofgehalte van de zwart gehouden veldjes werd bereikt op de grasveldjes, ook niet door de hoogste gift, was dit voor het eerst het geval in 1959, vier jaren na het kapotvriezen van de grasmat. Maar dit gold de veldjes met grasstrokencultuur, waar zoals bekend de stikstofconcurrentie belangrijk minder is. De volgende jaren blijft de stikstofreactie op de grasveldjes het scherpst, in 1960 bijna statistisch en in 1962 statistisch betrouwbaar verschillend van de andere behandelingen.

Tabel 11

	Percentage N van het blad								
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Effect van de behandelingen</i>									
$N_1$	2,06	2,15	2,38	2,39	2,58	2,18	2,28	2,52	2,51
$N_{11}$	2,15	2,24	2,53	2,44	2,63	2,23	2,35	2,67	2,50
$N_{12}$	2,13	2,29	2,60	2,43	2,65	2,32	2,38	2,71	2,53
$N_{13}$	2,21	2,33	2,56	2,48	2,68	2,33	2,41	2,68	2,54
$N_{14}$									
$W^- N_1$	2,07	2,18	2,35	2,40	2,59				
$W^- N_{11}$	2,16	2,19	2,52	2,39	2,65				
$W^- N_{12}$	2,12	2,31	2,64	2,41	2,65				
$W^- N_{13}$	2,20	2,29	2,58	2,46	2,67				
$W^- N_{14}$									
$W^+ N_1$	2,05	2,12	2,41	2,37	2,58				
$W^+ N_{11}$	2,14	2,29	2,55	2,48	2,61				
$W^+ N_{12}$	2,15	2,26	2,57	2,46	2,65				
$W^+ N_{13}$	2,22	2,37	2,54	2,51	2,70				
$W^+ N_{14}$									
$Z N_1$	2,23	2,33	2,63	2,49	2,65	2,23	2,37	2,63	2,50
$Z N_{11}$	2,22	2,37	2,57	2,53	2,71	2,33	2,41	2,70	2,51
$Z N_{12}$	2,21	2,35	2,72	2,47	2,71	2,34	2,47	2,76	2,53
$Z N_{13}$	2,25	2,38	2,70	2,54	2,72	2,32	2,42	2,72	2,55
$Z N_{14}$									
$G_1 N_1$	1,97	2,11	2,25	2,24	2,47	2,12	2,14	2,40	2,53
$G_1 N_{11}$	2,05	2,20	2,58	2,32	2,50	2,17	2,26	2,69	2,48
$G_1 N_{12}$	2,12	2,21	2,51	2,37	2,57	2,30	2,31	2,64	2,54
$G_1 N_{13}$	2,21	2,27	2,57	2,37	2,64	2,31	2,38	2,65	2,55
$G_1 N_{14}$									
$G_2 N_1$	1,97	2,02	2,27	2,43	2,63	2,18	2,34	2,53	2,51
$G_2 N_{11}$	2,18	2,15	2,46	2,46	2,69	2,21	2,37	2,61	2,52
$G_2 N_{12}$	2,06	2,30	2,58	2,46	2,67	2,34	2,37	2,74	2,51
$G_2 N_{13}$	2,18	2,34	2,42	2,54	2,70	2,34	2,42	2,67	2,51
$G_2 N_{14}$									
<i>Statistische toetsing</i>									
$N_L$	30,5 <sup>+++</sup>	48,6 <sup>+++</sup>	20,8 <sup>+++</sup>	13,9 <sup>+++</sup>	12,8 <sup>++</sup>	19,5 <sup>+++</sup>	18,7 <sup>+++</sup>	31,0 <sup>+++</sup>	--
$N_Q$	--	1,3	10,3 <sup>++</sup>	--	--	--	--	17,7 <sup>+++</sup>	--
$N_L (W^- - W^+)$	1,4	2,5	2,6	1,3	--	--	--	1,9	--
$N_L (2Z - G_1 - G_2)$	13,2 <sup>+++</sup>	14,1 <sup>+++</sup>	1,8	2,8	--(+)	1,7	2,1 <sup>+</sup>	1,8	--
$N_L (G_1 - G_2)$	1,3	8,6 <sup>++</sup>	--	--	3,1(+)	--	5,3 <sup>+</sup>	--	--
$N_L (W^- - W^+) (2Z - G_1 - G_2)$	4,6 <sup>+</sup>	--	--	--	--	--	1,9	--	--
$N_L (W^- - W^+) (G_1 - G_2)$	--	--	--	--	--	1,2	5,5 <sup>+</sup>	--	--
$N_Q (W^- - W^+)$	--	--	--	2,7	--	2,0	--	--	--
$N_Q (2Z - G_1 - G_2)$	1,3	--	7,7 <sup>++</sup>	--	--	--	--	1,5	--

Een betrouwbare interactie tussen beregening, bodembehandeling en stikstofbemesting werd in het eerste proefjaar gevonden, maar deze wisselwerking werd later niet meer bevestigd. De interactie is als volgt te beschrijven: door beregening werd de stijging van het stikstofgehalte van het blad onder invloed van de bemesting bevorderd op de zwart

gehouden veldjes, maar niet op de weinig gemaaide volvelds grasveldjes. Men kan zich indenken dat door de beregening de stikstof beter ter beschikking van de vruchtboomwortels werd gebracht, maar dat op het volvelds gras de groeivoorwaarden zo werden gestimuleerd, dat de stikstof versneld door het gras werd opgenomen.

### 6.2 Het fosfaatgehalte van het blad

Beregening gaf de eerste drie proefjaren een verhoging van het fosfaatgehalte van het blad te zien. Dit verschil was echter statistisch niet betrouwbaar (tabel 12 en 13, fig. 9).

Tabel 12

	Percentage $P_{25}O_5$ van het blad								
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Effect van de behandelingen</i>									
$W^+$	0,59	0,61	0,63	0,48	0,57				
$W^-$	0,61	0,68	0,66	0,48	0,55				
Z	0,43	0,42	0,51	0,43	0,51	0,45	0,38	0,42	0,39
$G_1$	0,71	0,80	0,74	0,54	0,65	0,51	0,45	0,50	0,42
$G_2$	0,65	0,73	0,68	0,47	0,53	0,46	0,40	0,44	0,41
$Z W^-$	0,43	0,42	0,50	0,43	0,51				
$Z W^+$	0,44	0,42	0,52	0,43	0,50				
$G_1 W^-$	0,70	0,73	0,72	0,54	0,66				
$G_1 W^+$	0,72	0,87	0,76	0,55	0,64				
$G_2 W^-$	0,64	0,70	0,68	0,46	0,53				
$G_2 W^+$	0,66	0,76	0,69	0,47	0,52				
<i>Statistische toetsing</i>									
$W^- - W^+$	--	1,24	--	--	--	--	2,60	--	1,90
$ZZ - G_1 - G_2$	18,30**	27,69***	41,01***	25,00***	12,30**	9,59*	23,47***	9,48*	7,80*
$G_1 - G_2$	--	--	2,01	19,7**	20,7**	8,2*	18,3**	10,5**	--

*Bodembehandeling.* Door het zwart houden van de grond werd het fosfaatgehalte van het appelblad verlaagd, in alle proefjaren statistisch betrouwbaar. Waarschijnlijk is dit een gevolg van het antagonisme tussen stikstof en fosfaat in het blad. Waar het stikstofaanbod hoog is, wordt een laag fosfaatgehalte in het blad aangetroffen. Hiermee in overeenstemming is de reactie van het fosfaatgehalte op de stikstoftrappen (zie verder). De hoge fosfaatgehalten op de grasveldjes in de eerste jaren geven een duidelijk tekort aan stikstof voor de boom aan. Het frequent maaien van het gras komt enigszins tot uiting in een lager fosfaatgehalte dan bij minder vaak maaien, hetgeen zou wijzen op een mindere concurrentiekracht van het gras. Vanaf 1959, het jaar met de grasstrokencultuur, werd het fosfaatgehalte duidelijk en statistisch betrouwbaar verlaagd ten opzichte van de veldjes met volledig gras.

Tabel 13

	Percentage $P_{25}$ van het blad								
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Effect van de behandelingen</i>									
$N_1$	0,74	0,89	0,81	0,57	0,59	0,52	0,45	0,53	0,42
$N_2$	0,60	0,66	0,66	0,46	0,57	0,46	0,41	0,43	0,41
$N_3$	0,58	0,54	0,58	0,45	0,55	0,46	0,40	0,43	0,40
$N_4$	0,47	0,51	0,53	0,44	0,54	0,45	0,39	0,43	0,40
-----									
$W^-N_1$	0,73	0,82	0,80	0,56	0,58				
$W^-N_2$	0,64	0,73	0,64	0,46	0,57				
$W^-N_3$	0,53	0,46	0,55	0,45	0,56				
$W^-N_4$	0,47	0,45	0,54	0,44	0,56				
$W^+N_1$	0,75	0,96	0,83	0,58	0,59				
$W^+N_2$	0,56	0,59	0,68	0,46	0,56				
$W^+N_3$	0,64	0,62	0,60	0,46	0,54				
$W^+N_4$	0,48	0,56	0,51	0,43	0,52				
-----									
$ZN_1$	0,43	0,42	0,49	0,42	0,51	0,46	0,38	0,43	0,40
$ZN_2$	0,43	0,42	0,49	0,42	0,50	0,44	0,38	0,42	0,39
$ZN_3$	0,42	0,42	0,56	0,44	0,51	0,45	0,39	0,40	0,39
$ZN_4$	0,45	0,42	0,49	0,43	0,50	0,44	0,38	0,42	0,39
$G_1N_1$	0,91	1,15	1,03	0,77	0,72	0,60	0,55	0,68	0,46
$G_1N_2$	0,78	0,79	0,78	0,51	0,68	0,49	0,45	0,46	0,40
$G_1N_3$	0,68	0,63	0,60	0,46	0,60	0,50	0,41	0,45	0,40
$G_1N_4$	0,47	0,62	0,54	0,44	0,60	0,45	0,40	0,43	0,40
$G_2N_1$	0,88	1,10	0,91	0,52	0,52	0,50	0,42	0,46	0,41
$G_2N_2$	0,59	0,76	0,70	0,45	0,52	0,47	0,41	0,42	0,42
$G_2N_3$	0,65	0,58	0,57	0,46	0,54	0,44	0,40	0,43	0,40
$G_2N_4$	0,50	0,49	0,55	0,44	0,52	0,45	0,40	0,44	0,42
-----									
<i>Statistische toetsing</i>									
$N_L$	45,30 <sup>+++</sup>	45,06 <sup>+++</sup>	85,11 <sup>+++</sup>	51,80 <sup>+++</sup>	11,17 <sup>++</sup>	33,85 <sup>+++</sup>	29,30 <sup>+++</sup>	21,67 <sup>+++</sup>	8,20 <sup>++</sup>
$N_Q$	--	5,63 <sup>+</sup>	5,28 <sup>+</sup>	13,70 <sup>+++</sup>	--	5,23 <sup>+</sup>	3,60 <sup>+</sup>	10,89 <sup>++</sup>	2,40
-----									
$N_L (W^-W^+)$	--	--	--	--	3,00 <sup>(+)</sup>	--	1,00	3,03 <sup>(+)</sup>	--
$N_L (ZZ-G_1-G_2)$	25,64 <sup>+++</sup>	21,47 <sup>+++</sup>	48,33 <sup>+++</sup>	30,90 <sup>+++</sup>	4,89 <sup>+</sup>	12,00 <sup>++</sup>	13,10 <sup>+++</sup>	6,31 <sup>+</sup>	2,80
$N_L (W^-W^+)(ZZ-G_1-G_2)$	--	--	--	--	--	--	3,40 <sup>+</sup>	--	--

*Stikstofbemesting.* Door de bemesting met stikstof werd het fosfaatgehalte van het blad verlaagd, de daling in fosfaatgehalte van de eerste naar de tweede trap was sommige jaren uitgesproken (kwadratische component statistisch betrouwbaar). De hoge fosfaatcijfers bij de minimale bemesting van 25 kg N per ha wijzen op een sterk tekort aan stikstof in het gewas, vooral in de eerste proefjaren. Het onvoldoende uitgroeien van de scheuten als gevolg van de ontoereikende stikstofvoeding zal er toe geleid hebben, dat het normaliter hoge fosfaatniveau in het ontwikkelende jonge blad in het voorjaar niet sterk is gedaald bij de verdere uitgroei.

De interactie van bodembehandeling en stikstofbemesting vertoont over de proefjaren een constant beeld: het fosfaatgehalte op de zwart gehouden veldjes het laagst en niet of nauwelijks beïnvloed door de bemesting, op de volvelds grasveldjes een daling door de stikstofbemesting vooral door de tweede gift. De lijn voor het fosfaatgehalte in afhankelijkheid van de bemesting voor de behandeling: frequent maaien, later grasstrokencultuur, verschuift van de lijn voor volvelds gras met de jaren naar die van de zwart gehouden veldjes.

### 6.3. Het kaliumgehalte van het blad

*Berekening.* Op de beregende veldjes was het kaliumgehalte van het blad in augustus gemiddeld hoger. In de jaren van 1957 tot en met 1960 was het verschil statistisch betrouwbaar (tabel 14 en 15, fig. 10).

Tabel 14

	Percentage $K_2O$ van het blad								
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Effect van de behandelingen</i>									
$W^-$	1,59	1,64	1,93	1,40	1,34				
$W^+$	1,69	1,83	2,05	1,63	1,50				
Z	1,64	1,69	2,03	1,69	1,46	1,63	1,49	1,52	1,43
$G_1$	1,67	1,78	1,98	1,45	1,47	1,50	1,40	1,47	1,46
$G_2$	1,61	1,73	1,97	1,40	1,33	1,52	1,35	1,42	1,39
$Z W^-$	1,60	1,65	1,97	1,62	1,40				
$Z W^+$	1,68	1,73	2,10	1,76	1,52				
$G_1 W^-$	1,60	1,65	1,92	1,32	1,37				
$G_1 W^+$	1,74	1,92	2,04	1,58	1,56				
$G_2 W^-$	1,56	1,61	1,92	1,27	1,24				
$G_2 W^+$	1,66	1,84	2,02	1,54	1,42				
<i>Statistische toetsing</i>									
$W^- - W^+$	2,1	5,3 <sup>+</sup>	5,4 <sup>+</sup>	21,8 <sup>+++</sup>	11,4 <sup>++</sup>	1,3	3,8 <sup>(+)</sup>	1,5	2,0
$ZZ - G_1 - G_2$	--	--	1,1	25,8 <sup>+++</sup>	1,5 <sup>+</sup>	3,1	5,9 <sup>+</sup>	1,3	--
$G_1 - G_2$	--	--	--	--	5,2 <sup>+</sup>	--	--	--	--

*Bodembehandeling.* In het droge jaar 1959 werden uiteenlopende cijfers gevonden. Het kaliumgehalte van het appelblad was op de zwart gehouden veldjes statistisch betrouwbaar hoger dan op de grasveldjes. Waarschijnlijk is dat de sterkere uitdroging van de bovenste, kalirijke bovenlagen op de grasveldjes de beschikbaarheid van de kali voor de boom relatief meer heeft verlaagd. Het in grasstroken leggen heeft niet, tegen de verwachting in, geleid tot hogere kaligehalten in het blad. Misschien heeft het versterkte stikstofaanbod in het blad een verlaging van het kaligehalte gegeven.

Tabel 15

	Percentage K <sub>2</sub> O van het blad								
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Effect van de behandelingen</i>									
N <sub>1</sub>	1,81	1,94	2,17	1,64	1,53	1,63	1,47	1,58	1,45
N <sub>2</sub>	1,65	1,75	2,01	1,51	1,43	1,58	1,46	1,46	1,46
N <sub>3</sub>	1,59	1,63	1,91	1,48	1,37	1,43	1,37	1,40	1,43
N <sub>4</sub>	1,52	1,62	1,88	1,42	1,34	1,57	1,35	1,44	1,38
W <sup>-</sup> N <sub>1</sub>	1,81	1,91	2,17	1,58	1,52				
W <sup>-</sup> N <sub>2</sub>	1,62	1,69	1,91	1,41	1,33				
W <sup>-</sup> N <sub>3</sub>	1,52	1,51	1,86	1,40	1,25				
W <sup>-</sup> N <sub>4</sub>	1,40	1,44	1,80	1,21	1,25				
W <sup>+</sup> N <sub>1</sub>	1,81	1,96	2,17	1,71	1,54				
W <sup>+</sup> N <sub>2</sub>	1,67	1,80	2,11	1,61	1,52				
W <sup>+</sup> N <sub>3</sub>	1,65	1,75	1,96	1,56	1,50				
W <sup>+</sup> N <sub>4</sub>	1,64	1,81	1,97	1,64	1,44				
Z N <sub>1</sub>	1,64	1,72	2,04	1,66	1,42	1,63	1,38	1,46	1,34
Z N <sub>2</sub>	1,72	1,77	2,08	1,76	1,51	1,80	1,66	1,61	1,51
Z N <sub>3</sub>	1,58	1,63	2,03	1,67	1,49	1,50	1,48	1,46	1,45
Z N <sub>4</sub>	1,60	1,65	1,97	1,66	1,43	1,59	1,42	1,54	1,42
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	1,92	2,04	2,28	1,68	1,77	1,64	1,61	1,77	1,62
G <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	1,67	1,71	1,93	1,34	1,47	1,40	1,30	1,31	1,36
G <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	1,62	1,69	1,86	1,45	1,32	1,41	1,32	1,37	1,48
G <sub>1</sub> N <sub>4</sub>	1,48	1,69	1,85	1,32	1,30	1,55	1,36	1,42	1,41
G <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	1,87	2,05	2,19	1,59	1,41	1,61	1,41	1,50	1,40
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	1,55	1,7	2,00	1,43	1,30	1,54	1,40	1,45	1,52
G <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	1,56	1,56	1,86	1,32	1,31	1,39	1,32	1,38	1,37
G <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	1,47	1,52	1,83	1,28	1,30	1,56	1,28	1,36	1,30
<i>Statistische toetsing</i>									
N <sub>L</sub>	23,5 <sup>+++</sup>	19,4 <sup>+++</sup>	33,7 <sup>+++</sup>	6,9 <sup>+</sup>	10,7 <sup>++</sup>	1,4	2,6	3,0 <sup>(+)</sup>	2,5
N <sub>Q</sub>	1,3	2,3 <sup>(+)</sup>	3,3 <sup>+</sup>	--	--	2,2 <sup>-</sup>	--	1,6	--
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )	4,1 <sup>+</sup>	5,1 <sup>+</sup>	1,3	2,7	2,1	1,4	5,9 <sup>+</sup>	3,0 <sup>(+)</sup>	--
N <sub>L</sub> (Z-Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	6,7 <sup>+</sup>	4,4 <sup>+</sup>	9,1 <sup>++</sup>	2,8	5,5 <sup>+</sup>	--	1,1	2,1	3,9 <sup>(+)</sup>
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )(Z-Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	1,5	1,1	--	--	--	--	--	1,7	--

*Stikstofbemesting.* Door de stikstofbemesting werd het kaliumgehalte van het blad verlaagd, vooral door de tweede trap. Bij de hoge stikstofgiften is het kaliumgehalte in de latere proefjaren te laag voor een maximale opbrengst.

De *interactie* tussen *beregening* en *stikstofbemesting* vertoont over de proefjaren waarin beregend werd, een vrij constant beeld. Het kaligehalte van het blad daalt sterk als niet beregend werd. Deze verlaging was op de beregende veldjes veel minder uitgesproken. Deze interactie was betrouwbaar in 1956 en 1957. Ook na 1960, het jaar waarin de beregening beëindigd werd, blijven de lijnen uiteenlopen. Dit zou hierin gezocht kunnen worden, dat door de beregening meer kalium naar beneden was gedrongen of dat de wortels boven in het profiel tijdens de droge jaren door beregening actief gebleven zijn, dus in de meer kaliumhoudende lagen.

De *interactie* tussen *bodembehandeling* en *stikstofbemesting* bestaat hierin dat de daling van het kaliumgehalte door de stikstofbemesting veel sterker naar voren komt op de grasveldjes. Het kaliumgehalte bij de hoogste stikstofgift is op de zwart gehouden veldjes echter hoger dan dat op de grasveldjes, terwijl toch het stikstofgehalte in het eerste geval hoger is. Dit duidt erop dat de beschikbaarheid van kali in de zwart gehouden grond duidelijk hoger ligt. Men kan zich afvragen of de stikstofbemesting op de grasveldjes ook niet de grasgroei gestimuleerd heeft met een verhoogd verbruik van kali ten koste van de voeding van de boom. De grasstrokencultuur vertoont de laatste proefjaren niet dat hoge kaligehalte op de veldjes met de laagste stikstofgift, als de volveldsgrasveldjes doen.

#### 6.4. Het magnesiumgehalte van het blad

*Beregening.* Op de veldjes, waar beregend werd, was het magnesiumgehalte van het appelblad lager (tabel 16 en 17, fig. 11). Dit effect was in de jaren van 1956 tot en met 1960 statistisch betrouwbaar. Deze daling loopt parallel met het hogere kaliumgehalte op de beregende objecten. Het kan de invloed zijn van de verhoogde beschikbaarheid van de kali onder invloed van de beregening. Het effect is verdwenen in het jaar, dat de beregening beëindigd werd.

*Bodembehandeling.* Op de zwart gehouden veldjes kwamen in 1959 en 1960 statistisch betrouwbaar lagere magnesiumgehalten voor. Het hogere magnesiumniveau op de grasobjecten kan het gevolg zijn van het feit, dat de wortels daar in de bovenste, kalirijkere lagen in verhouding minder actief zijn en meer actief in de diepere lagen waar magnesium in verhouding sterker aanwezig is.

*Stikstofbemesting.* Door bemesting met kalkammonsalpeter werd het magnesiumgehalte van het blad verhoogd. Het effect was dus tegengesteld aan de daling van het fosfaat- en kaliumgehalte van het appelblad onder invloed van de toenemende stikstofvoorziening. Dit stemt overeen met vroegere resultaten (Van der Boon en Pouwer, 1960).



Tabel 16

	Percentage MgO van het blad								
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Effect van de behandelingen</i>									
$W^+$	0,32	0,35	0,36	0,46	0,49				
$W^-$	0,28	0,31	0,34	0,31	0,41				
Z	0,29	0,32	0,35	0,37	0,41	0,38	0,42	0,42	0,45
$G_1$	0,30	0,33	0,35	0,47	0,48	0,42	0,47	0,42	0,47
$G_2$	0,30	0,34	0,35	0,44	0,46	0,37	0,42	0,42	0,46
$Z W^-$	0,32	0,32	0,37	0,39	0,45				
$Z W^+$	0,27	0,32	0,34	0,36	0,38				
$G_1 W^-$	0,31	0,36	0,36	0,52	0,53				
$G_1 W^+$	0,28	0,30	0,33	0,41	0,43				
$G_2 W^-$	0,32	0,37	0,35	0,48	0,49				
$G_2 W^+$	0,28	0,32	0,35	0,40	0,44				
<i>Statistische toetsing</i>									
$W^- - W^+$	10,1 <sup>++</sup>	14,7 <sup>++</sup>	4,3 <sup>+</sup>	29,1 <sup>+++</sup>	23,4 <sup>+++</sup>	--	--	--	2,9
$ZZ - G_1 - G_2$	--	2,5	--	32,8 <sup>+++</sup>	11,9 <sup>++</sup>	--	2,6	--	--
$G_1 - G_2$	--	--	--	2,3	1,0	4,9 <sup>+</sup>	5,9 <sup>+</sup>	--	--

De *interactie* tussen *beregening* en *stikstofbemesting* bestaat in 1956 en 1959 daarin, dat de stijging van het magnesiumgehalte onder invloed van de stikstofbemesting sterker is op de onberegende veldjes dan op de beregende veldjes. De hoogste stikstofgift brengt op de beregende veldjes soms weer een daling in het magnesiumgehalte teweeg.

De *interactie* tussen *bodembehandeling* en *stikstofbemesting* geeft weer dat er op de zwartgehouden veldjes geen duidelijke stijging is in het magnesiumgehalte door het toenemende aanbod van stikstof en op de met gras begroeide veldjes wel, vooral door de tweede stikstofgift bij volvelds gras.

### 6.5. Het calciumgehalte van het blad

*Beregening.* Op de beregende veldjes was in alle proefjaren het calciumgehalte van het appelblad lager, in 1960 was het verschil statistisch betrouwbaar (tabel 18 en 19, fig. 12). Dit effect was tegengesteld aan dat van de beregening op het kaliumgehalte van het blad.

*Bodembehandeling.* Het calciumgehalte van het blad was duidelijk lager voor de zwart gehouden veldjes. Door de grasstrokencultuur werd eveneens het calciumgehalte verlaagd. Gras betekende in deze proef dus een hoger calciumgehalte in het blad, misschien door het min of meer uitschakelen van de activiteit van de vruchtboomwortels in de bovenste, kalirijkere lagen van de grond.

Tabel 17

	Percentage MgO van het blad								
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Effect van de behandelingen</i>									
N <sub>1</sub>	0,28	0,30	0,33	0,39	0,43	0,39	0,43	0,40	0,45
N <sub>2</sub>	0,28	0,34	0,34	0,43	0,46	0,39	0,44	0,42	0,46
N <sub>3</sub>	0,30	0,35	0,36	0,45	0,46	0,40	0,42	0,42	0,46
N <sub>4</sub>	0,32	0,34	0,37	0,45	0,46	0,40	0,45	0,44	0,47
-----									
W <sup>-</sup> N <sub>1</sub>	0,29	0,32	0,33	0,40	0,45				
W <sup>-</sup> N <sub>2</sub>	0,30	0,34	0,35	0,46	0,50				
W <sup>-</sup> N <sub>3</sub>	0,31	0,36	0,37	0,49	0,51				
W <sup>-</sup> N <sub>4</sub>	0,36	0,39	0,38	0,51	0,50				
W <sup>+</sup> N <sub>1</sub>	0,27	0,28	0,32	0,37	0,40				
W <sup>+</sup> N <sub>2</sub>	0,27	0,33	0,33	0,39	0,43				
W <sup>+</sup> N <sub>3</sub>	0,29	0,34	0,35	0,41	0,41				
W <sup>+</sup> N <sub>4</sub>	0,29	0,30	0,36	0,39	0,42				
-----									
Z N <sub>1</sub>	0,29	0,30	0,36	0,38	0,42	0,36	0,42	0,42	0,47
Z N <sub>2</sub>	0,27	0,31	0,34	0,36	0,43	0,40	0,41	0,40	0,44
Z N <sub>3</sub>	0,30	0,36	0,35	0,38	0,41	0,41	0,38	0,40	0,45
Z N <sub>4</sub>	0,31	0,32	0,36	0,37	0,40	0,37	0,44	0,44	0,46
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	0,27	0,30	0,31	0,39	0,41	0,42	0,44	0,36	0,43
G <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	0,29	0,35	0,35	0,50	0,49	0,40	0,49	0,44	0,49
G <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	0,31	0,34	0,36	0,48	0,50	0,42	0,46	0,44	0,48
G <sub>1</sub> N <sub>4</sub>	0,32	0,35	0,38	0,50	0,52	0,44	0,47	0,44	0,47
G <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	0,28	0,31	0,32	0,38	0,45	0,39	0,42	0,41	0,46
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	0,28	0,35	0,34	0,42	0,47	0,36	0,42	0,41	0,45
G <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	0,29	0,36	0,36	0,47	0,46	0,37	0,41	0,41	0,46
G <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	0,35	0,36	0,37	0,49	0,46	0,38	0,43	0,44	0,47
-----									
<i>Statistische toetsing</i>									
N <sub>L</sub>	14,0 <sup>+++</sup>	4,2 <sup>+</sup>	25,0 <sup>+++</sup>	20,1 <sup>+++</sup>	4,6 <sup>+</sup>	--	--	6,6 <sup>+</sup>	--
N <sub>Q</sub>	1,3	1,7	--	2,2	4,8 <sup>+</sup>	--	1,0	--	--
-----									
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )	5,4 <sup>+</sup>	1,6	--	8,6 <sup>++</sup>	1,8	1,6	--	--	--
N <sub>L</sub> (ZZ-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	1,3	--	8,9 <sup>++</sup>	10,0 <sup>++</sup>	9,5 <sup>++</sup>	--	--	1,5	1,9
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )(ZZ-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--	--	--	--	--	1,9	--	--	--

*Stikstofbemesting.* Er was de eerste proefjaren geen duidelijk effect van de bemesting met kalkammonsalpeter op het calciumgehalte van het appelblad. Daarna ging zich onder invloed hiervan een daling aftekenen, die de laatste proefjaren statistisch betrouwbaar was. Literatuuronderzoek (Van der Boon en Pouwer, 1960) toonde over het algemeen een stijging in het calciumgehalte van het blad aan door toenemende stikstofvoorziening.

Tabel 18

	Percentage CaO van het blad									
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	
<i>Effect van de behandelingen</i>										
W <sup>-</sup>	2,41	2,64	2,45	3,02	2,98					
W <sup>+</sup>	2,38	2,58	2,36	2,95	2,68					
Z	2,32	2,53	2,20	2,70	2,54	2,27	2,28	1,98	2,69	
G <sub>1</sub>	2,50	2,67	2,53	3,23	3,10	2,55	2,67	2,27	2,99	
G <sub>2</sub>	2,36	2,63	2,49	3,05	2,85	2,37	2,41	2,19	2,91	
Z W <sup>-</sup>	2,37	2,55	2,19	2,77	2,72					
Z W <sup>+</sup>	2,28	2,51	2,21	2,62	2,36					
G <sub>1</sub> W <sup>-</sup>	2,51	2,71	2,58	3,28	3,31					
G <sub>1</sub> W <sup>+</sup>	2,49	2,62	2,49	3,17	2,90					
G <sub>2</sub> W <sup>-</sup>	2,34	2,66	2,60	3,02	2,92					
G <sub>2</sub> W <sup>+</sup>	2,37	2,60	2,38	3,07	2,78					
<i>Statistische toetsing</i>										
W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup>	--	--	--	1,1	18,3 <sup>++</sup>	--	--	--	1,4	
2Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>	2,6	2,2	7,6 <sup>+</sup>	36,9 <sup>+++</sup>	35,4 <sup>+++</sup>	3,2 <sup>(+)</sup>	13,6 <sup>++</sup>	7,1 <sup>+</sup>	10,1 <sup>++</sup>	
G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>	1,8	--	--	4,6 <sup>(+)</sup>	8,7 <sup>+</sup>	2,1	9,9 <sup>+</sup>	--	--	

Tabel 19

	Percentage CaO van het blad								
	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Effect van de behandelingen</i>									
N <sub>1</sub>	2,36	2,59	2,41	3,00	2,89	2,42	2,54	2,25	2,99
N <sub>2</sub>	2,35	2,65	2,41	2,97	2,86	2,42	2,49	2,13	2,85
N <sub>3</sub>	2,44	2,66	2,42	3,04	2,81	2,36	2,34	2,06	2,81
N <sub>4</sub>	2,43	2,53	2,38	2,96	2,77	2,37	2,44	2,15	2,81
-----									
W <sup>-</sup> N <sub>1</sub>	2,36	2,66	2,51	3,04	3,04				
W <sup>-</sup> N <sub>2</sub>	2,40	2,70	2,50	2,98	3,03				
W <sup>-</sup> N <sub>3</sub>	2,40	2,63	2,41	2,99	2,95				
W <sup>-</sup> N <sub>4</sub>	2,47	2,57	2,40	3,09	2,91				
W <sup>+</sup> N <sub>1</sub>	2,36	2,53	2,31	2,95	2,75				
W <sup>+</sup> N <sub>2</sub>	2,30	2,59	2,32	2,96	2,70				
W <sup>+</sup> N <sub>3</sub>	2,48	2,69	2,43	3,08	2,66				
W <sup>+</sup> N <sub>4</sub>	2,39	2,49	2,36	2,83	2,63				
-----									
Z N <sub>1</sub>	2,31	2,50	2,20	2,81	2,58	2,18	2,32	2,10	2,82
Z N <sub>2</sub>	2,24	2,62	2,20	2,59	2,58	2,39	2,34	1,88	2,65
Z N <sub>3</sub>	2,38	2,53	2,24	2,76	2,56	2,21	2,10	1,86	2,58
Z N <sub>4</sub>	2,36	2,46	2,15	2,62	2,43	2,30	2,34	2,10	2,72
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	2,44	2,69	2,55	3,13	3,16	2,74	2,80	2,40	3,13
G <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	2,48	2,69	2,58	3,33	3,15	2,44	2,75	2,32	3,04
G <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	2,60	2,71	2,53	3,24	3,04	2,52	2,61	2,29	2,95
G <sub>1</sub> N <sub>4</sub>	2,48	2,57	2,46	3,20	3,06	2,48	2,53	2,09	2,84
G <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	2,32	2,59	2,47	3,05	2,93	2,35	2,51	2,26	3,03
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	2,32	2,62	2,46	2,98	2,86	2,42	2,38	2,19	2,84
G <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	2,34	2,74	2,49	3,10	2,81	2,37	2,29	2,04	2,88
G <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	2,44	2,56	2,54	3,06	2,82	2,34	2,46	2,27	2,87
-----									
<i>Statistische toetsing</i>									
N <sub>1</sub>	1,6	--	--	--	5,0 <sup>+</sup>	--	6,9 <sup>+</sup>	4,3 <sup>+</sup>	7,9 <sup>++</sup>
N <sub>Q</sub>	--	2,8	--	--	--	--	4,0 <sup>(+)</sup>	7,8 <sup>++</sup>	2,8
-----									
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )	--	--	3,1 <sup>(+)</sup>	1,0	--	--	--	6,7 <sup>+</sup>	--
N <sub>L</sub> (2Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--	--	--	2,2 <sup>(+)</sup>	--	1,1	1,3	2,3	--
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )(2Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--	--	--	4,1 <sup>(+)</sup>	--	1,9	--	1,1	--

## 7. INVLOED VAN DE BEHANDELINGEN OP GROEI EN OPBRENGST VAN DE BOOM

### 7.1. Groeimetingen

Diverse metingen werden verricht om de reactie van de boom op de toegepaste behandelingen zo goed mogelijk vast te leggen. Bij de betrekkelijk kleine bomen bij de aanvang van de proef was dit eenvoudiger uit te voeren dan later, toen de bomen groot waren. In november 1955 werd de stamomtrek gemeten, en van de scheuten aantal en lengte bepaald. Bovendien werd de krooninhoud vastgelegd, door de boom te meten in twee loodrecht op elkaar staande richtingen: in de boomrij en dwars daarop, en door de hoogte te bepalen. De inhoud werd daaruit berekend volgens de formule van een pyramide:  $\frac{1}{3} \times \text{hoogte} \times \text{oppervlak van het grondvlak} : \text{lengte} \times \text{breedte}$ . Voor de gegevens van eind 1957 werd getracht nog een zuiverder beeld van de inhoud van het vruchtdragend takgestel te krijgen door een stamlengte van 70 cm af te trekken van de hoogte. Bij de afsluiting van de proef in 1964 werden deze metingen herhaald.

Er werd bij de statistische verwerking een correctie uitgevoerd op de vóór de proef aanwezige onregelmatigheden en standverschillen tussen de bomen met behulp van de in november 1955 gevonden stamomtrekken. Op deze wijze werd de invloed van de proeffactoren zo scherp mogelijk naar voren gehaald. De gebruikte metingen van de stamomtrek in 1955 zijn echter niet geheel zuiver, omdat de bodembedekking en berekening van het proefjaar 1955 daar reeds hun invloed op hebben doen gelden. Er is verondersteld dat dit het eerste jaar nog niet tot uiting is gekomen in de verdikking van de stam. Statistisch waren er inderdaad nog geen betrouwbare verschillen. Correctie zal hoogstens hebben geleid tot een onderschatting van later voorkomende verschillen onder invloed van de behandelingen. Correctie op de krooninhoud in 1955 was niet mogelijk omdat de scheutgroei in dat jaar wel duidelijk werd beïnvloed door de proefvariabelen.

*Berekening.* De totale groei in 1955 aan scheuten: aantal scheuten  $\times$  de gemiddelde lengte, was duidelijk gestimuleerd door de berekening (tabel 20 en 21, fig. 13). Ook in 1957 kon een stimulans van de groei door middel van scheutmetingen worden vastgesteld. Het effect was statistisch bijna betrouwbaar. Na de snoei was een blijvende vergroting van de boom aanwezig. Dit zou de oorzaak kunnen zijn van een opbrengstvermeerdering in latere jaren, hoewel de berekening als behandeling in 1961 werd afgevoerd en dan op het oog geen duidelijk grotere boom aanwezig was. Bepaling van de krooninhoud na het groeiseizoen van 1955, 1957 en 1964 gaf aan dat de bomen op de beregende veldjes iets groter waren. Dit verschil was echter statistisch niet significant.

Tabel 20  
Grooimetingen

	Stamomtrek in cm.				Scheutgrei			Krooninhoud m <sup>3</sup> /boom					
	1955	1957	1964	1964*	1955	1955	1957	1958	1961	1956	1957	1964	1964*
30/11													
W <sup>+</sup>	11,2	14,6	32,5	32,5	33	16,9	58,7	33,9		2,13	5,21	12,1	
W <sup>-</sup>	11,2	14,6	32,9	32,9	35	20,5	68,9	45,6		2,22	5,89	12,5	
Z	11,4	14,7	32,4	32,0	38	22,9	83,8	50,7	6,77	2,50	6,62	11,0	11,0
G <sub>1</sub>	10,9	14,2	32,6	33,4	30	15,3	53,1	33,6	7,10	1,89	5,02	13,2	13,1
G <sub>2</sub>	11,3	14,9	33,1	32,8	34	17,8	54,6	35,0	6,90	2,13	5,01	12,8	12,8
ZW <sup>-</sup>	11,2	14,9	32,8	32,7	38	20,3	85,7	48,8		2,46	6,80	11,2	
ZW <sup>+</sup>	11,5	14,5	31,9	31,2	38	25,5	81,8	52,5		2,55	6,43	10,7	
G <sub>1</sub> -W <sup>-</sup>	11,1	14,2	31,9	32,1	30	15,1	47,5	26,5		1,96	4,57	12,9	
G <sub>1</sub> +W <sup>+</sup>	10,7	14,1	33,4	34,6	30	15,4	58,7	40,7		1,82	5,46	13,6	
G <sub>2</sub> -W <sup>-</sup>	11,2	14,8	32,6	32,6	30	15,2	43,0	26,3		1,97	4,26	12,3	
G <sub>2</sub> +W <sup>+</sup>	11,4	15,1	33,5	33,0	38	20,4	66,2	43,7		2,29	5,77	13,2	
<i>Statistische toetsing</i>													
W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup>	--	--	--	--	--	3,8 (+)	3,4 (+)	9,8 +		--	3,8 (+)	--	--
Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>	--	--	--	2,0	4,4 (+)	10,7 ++	25,9 +++	17,0 ++	3,7 (+)	4,0 (+)	21,6 +++	9,4 +	7,7 +
G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>	--	2,8	--	--	1,4	1,3	--	--	2,4	--	--	--	--
(W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )(Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--	--	--	3,7	--	--	3,2 (+)	2,3		--	8,5 +	1,1	--
(W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )(G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--	--	--	1,2	1,2	1,2	--	--		--	--	--	--

\*Correctie op stamomtrek 1955.

Tabel 21  
Groeiingen

	Stamontrek in cm				Tot.scheutlengte, m/boom		Schatting scheut- groei	Krooninhoud, m <sup>3</sup>			
					6énjarig hout						
	30/11				27/11	29/3	1961	14/3		9/12	
1955	1957	1964	1964*	1957	1958	1956		1957	1964	1964*	
<i>Effect van de behandelingen</i>											
N <sub>1</sub>	11,6	14,9	33,1		60,5	39,0	6,89	2,24	5,46	12,7	
N <sub>2</sub>	11,1	14,3	32,6				6,92	2,11	5,48	12,4	
N <sub>3</sub>	10,9	14,4	31,9				6,97	2,15	5,58	11,8	
N <sub>4</sub>	11,2	14,8	33,3		67,1	40,5	6,92	2,19	5,68	12,4	
W <sup>-</sup> N <sub>1</sub>	11,5	14,8	32,7		54,1	31,7		2,06	4,79	11,9	
W <sup>-</sup> N <sub>2</sub>	11,1	14,3	32,6					2,01	5,22	11,9	
W <sup>-</sup> N <sub>3</sub>	10,9	14,6	31,9					2,17	5,49	12,0	
W <sup>-</sup> N <sub>4</sub>	11,3	14,9	32,6		63,3	36,1		2,27	5,35	12,7	
W <sup>+</sup> N <sub>1</sub>	11,7	15,1	33,4		66,9	46,3		2,42	6,12	13,5	
W <sup>+</sup> N <sub>2</sub>	11,1	14,3	32,5					2,21	5,75	12,8	
W <sup>+</sup> N <sub>3</sub>	10,9	14,2	31,9					2,13	5,66	11,6	
W <sup>+</sup> N <sub>4</sub>	11,1	14,7	33,9		70,9	44,9		2,11	6,07	12,1	
Z N <sub>1</sub>	11,7	14,8	33,0		82,7	50,5	6,67	2,69	6,77	11,7	
Z N <sub>2</sub>	11,3	15,0	31,7				6,58	2,43	6,27	10,7	
Z N <sub>3</sub>	11,5	14,3	32,7				6,92	2,57	7,40	10,0	
Z N <sub>4</sub>	10,9	14,7	32,1		84,8	50,8	6,92	2,32	6,03	11,4	
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	10,8	14,0	31,9		47,6	30,3	7,00	1,90	5,12	13,1	
G <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	10,8	13,2	32,4				7,17	1,92	4,94	13,2	
G <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	10,5	14,5	31,2				7,33	1,71	4,20	13,5	
G <sub>1</sub> N <sub>4</sub>	11,6	14,8	35,0		58,5	36,8	6,92	2,02	5,81	13,1	
G <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	12,3	15,8	34,3		51,2	36,2	7,00	2,14	4,47	13,4	
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	11,2	14,7	33,7				7,00	1,97	5,24	13,2	
G <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	10,7	14,3	31,7				6,67	2,17	5,13	11,8	
G <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	11,2	14,9	32,7		58,0	33,8	6,92	2,23	5,21	12,6	
<i>Statistische toetsing</i>											
N <sub>L</sub>	1,6	--	--	--	2,8	--	--	--	--	--	
N <sub>Q</sub>	2,8	2,4	1,8	--	--	n.b.	--	--	--	--	
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )	--	--	--	--	--	1,26	2,0	1,9	1,9	2,0	2,1
N <sub>L</sub> (2Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--	--	--	--	--	--	2,1	--	2,5	--	--
N <sub>L</sub> (G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	--	--	n.b.	n.b.
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )(2Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--	--	--	--	1,0	1,0	--	--	--	--	--
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )(G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	--	--	n.b.	n.b.
N <sub>Q</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	--	3,4 <sup>(+)</sup>	n.b.	n.b.
N <sub>Q</sub> (2Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	--	--	n.b.	n.b.

\* Correctie op stamontrek 1955

*Bodembehandelingen.* Het omkeren van de grasmat in 1955 gaf de eerste jaren een sterke groeiexplosie. Dit kon statistisch zeer betrouwbaar worden vastgelegd door metingen van de scheuten. Ook de meer globale meting van breedte van de kroon en van de hoogte leidde tot het constateren van statistisch betrouwbare verschillen. Op de zwart gehouden velden traden later in de proef op het oog duidelijke verschijnselen op van verminderde groei, af en toe afsterven van takken en ijzergebrek. Dit komt onder andere tot uiting in de schatting van de scheutgroei van 18 juli 1961. De uiteindelijke boomgrootte op de zwart gehouden veldjes was in 1964 daardoor kleiner dan op de grasveldjes, een statistisch betrouwbaar verschil. Ook de bomen met de grasstrokencultuur blijven iets achter ten opzichte van de bomen in volvelds gras.

De *interactie van beregening en bodembehandeling* hield in dat de groei vooral bevorderd werd op de perceeltjes met gras. Aan het einde van de proef waren de bomen op de voormalig beregende veldjes met gras groter dan op de onberegende grasveldjes, terwijl op de zwart gehouden percelen de boom het sterkst was uitgegroeid op het onberegende gedeelte. Het zou kunnen zijn dat de door de beregening fors gegroeide bomen op de zwart gehouden veldjes gevoeliger reageerden op het ongunstiger wortelmilieu als gevolg van de verslechtering in de bodemstructuur.

*Stikstofbemesting.* Ondanks de jarenlang gehandhaafde verschillen in de stikstofbemesting werd geen rechtlijnige samenhang tussen de verdikking van de stam en de bemesting gevonden. Het kwadratisch verband zou hiermee kunnen samenhangen, dat de tweede en derde bemestingstrap vooral de produktie stimuleerden. Voor de vegetatieve uitgroei kwam daardoor de boom relatief stikstof tekort, zodat de stamverdikking achterbleef. Ten opzichte van de waarnemingen van 14 maart 1956 blijkt de stikstof de krooninhoud in het eind van 1957 vergroot te hebben. Bij de afsluiting van de proef is er echter geen stikstofeffect te constateren.

Bij de metingen van de scheutgroei na het seizoen van 1957 werden alleen de laagste en hoogste trap genomen. Door de stikstof was de scheutgroei bevorderd, maar het effect was bij statistische toetsing niet betrouwbaar. Bij de schatting van de scheutgroei in juli 1961 werden slechts kleine verschillen gevonden met een maximum voor de derde stikstoftrap.

De *interactie tussen stikstofbemesting en beregening* wijst voor sommige waarnemingen enigszins in de richting dat de bemesting vooral groeistimulerend werkte op de niet beregende veldjes.

## 7.2. De opbrengst van Jonathan op M VII

De bij de aanvang van de proef nog jonge bomen brachten aanvankelijk weinig op. Vanaf 1958 werd min of meer de maximale produktie bereikt.

Het doel van de proef was het bestuderen van de interacties tussen beregening, stikstofbemesting en bodembehandeling. Hiervoor was een grote, uniforme boomgaard noodzakelijk. In het rivierkleigebied is het moeilijk op de



lichtere gronden een gelijkmatig terrein te vinden. Bovendien moeten eisen worden gesteld aan de verzorging door de fruitteler, aan welke eisen bij deze proef werd voldaan. Op het proefveld waren per subveldje slechts twee proefbomen aanwezig. Ondanks de op het oog uniforme stand was de variatiecoëfficiënt van de opbrengst per veldje hoog (tabel 22 en 23): afgezien van de eerste proefjaren met lage opbrengsten en nog hogere variatiecoëfficiënten, lag deze tussen 19 en 46%. Slechts grote opbrengstverschillen zullen hier statistisch betrouwbaar kunnen worden aangetoond. Het houdt ook in dat zwakkere invloeden van de behandeling wel degelijk reëel kunnen zijn, zonder dat de statistische berekening dat kan bevestigen.

Tabel 22

	Opbrengst in kg per boom									
	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Effect van de behandelingen</i>										
$W^-$	1,78	4,49	6,63	20,26	22,71	25,58				
$W^+$	1,82	4,48	6,59	20,73	26,28	25,03				
Z	1,83	5,95	10,16	25,06	24,06	26,17	13,19	13,84	17,97	47,41
$G_1$	1,71	3,69	4,88	18,98	24,24	24,16	15,35	14,42	19,53	52,50
$G_2$	1,87	3,81	4,78	17,45	25,17	25,60	12,95	13,82	19,35	49,54
$Z W^-$	1,98	5,57	10,53	24,99	22,47	26,07	14,17	13,25	19,06	48,36
$Z W^+$	1,68	6,32	9,78	25,14	25,66	26,27	12,20	14,43	16,87	46,45
$G_1 W^-$	1,61	4,40	4,60	19,73	21,22	24,95	11,26	13,90	18,26	50,57
$G_1 W^+$	1,81	2,98	5,16	18,22	27,26	23,36	19,44	14,95	20,79	54,44
$G_2 W^-$	1,76	3,49	4,75	16,06	24,43	25,73	11,00	14,83	18,90	48,61
$G_2 W^+$	1,98	4,13	4,81	18,84	25,90	25,47	14,91	12,82	19,79	50,46
<i>Statistische toetsing</i>										
$W^- - W^+$	--	--	--	--	4,1 <sup>(+)</sup>	--	6,2 <sup>+</sup>	--	--	--
$2Z - G_1 - G_2$	--	20,9 <sup>++</sup>	29,1 <sup>+++</sup>	50,2 <sup>+++</sup>	--	--	--	--	--	--
$G_1 - G_2$	--	--	--	1,9	--	--	2,1	--	--	--
$(W^- - W^+)(2Z - G_1 - G_2)$	--	1,4	--	--	--	--	7,8 <sup>+</sup>	--	--	--
$(W^- - W^+)(G_1 - G_2)$	--	3,4 <sup>(+)</sup>	--	3,7 <sup>(+)</sup>	1,1	--	1,7	--	--	--
Variatiecoëfficiënt % opbrengst/veldje	66	43	60	19	30	28	42	78	58	30

Tabel 23

Opbrengst in kg per boom

	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
<i>Effect van de behandelingen</i>										
N <sub>1</sub>	2,11	3,36	5,84	19,47	24,59	26,73	15,40	15,69	19,73	53,86
N <sub>2</sub>	1,67	4,11	5,88	19,88	23,69	24,74	12,76	12,84	19,06	52,27
N <sub>3</sub>	1,88	5,06	7,60	21,42	24,44	23,29	13,96	12,61	17,98	44,91
N <sub>4</sub>	1,57	5,41	7,11	21,21	25,24	26,48	13,20	14,98	19,01	48,22
-----										
W <sup>-</sup> N <sub>1</sub>	1,82	2,79	5,76	19,30	21,68	25,26	13,63	15,12	17,31	51,75
W <sup>-</sup> N <sub>2</sub>	1,65	4,36	5,43	20,13	21,44	25,66	11,30	11,81	17,03	50,57
W <sup>-</sup> N <sub>3</sub>	1,96	4,83	7,47	22,61	24,14	26,86	11,58	13,39	20,00	47,03
W <sup>-</sup> N <sub>4</sub>	1,70	5,97	7,86	19,01	23,56	24,57	12,07	15,65	20,63	47,38
W <sup>+</sup> N <sub>1</sub>	2,39	3,93	5,92	19,67	27,49	28,21	17,17	16,25	22,15	55,97
W <sup>+</sup> N <sub>2</sub>	1,68	3,86	6,32	19,64	25,93	23,81	14,22	13,88	21,10	53,97
W <sup>+</sup> N <sub>3</sub>	1,79	5,29	7,73	20,24	24,74	19,72	16,35	11,82	15,97	42,79
W <sup>+</sup> N <sub>4</sub>	1,43	4,84	6,37	23,42	26,93	28,38	14,34	14,31	17,39	49,07
-----										
Z N <sub>1</sub>	1,70	4,74	10,16	24,98	24,86	25,10	17,59	16,63	20,45	53,70
Z N <sub>2</sub>	2,08	5,68	10,05	25,80	22,82	25,13	10,68	11,29	15,89	51,26
Z N <sub>3</sub>	2,21	7,24	9,77	23,58	23,09	24,17	11,40	11,18	15,28	40,80
Z N <sub>4</sub>	1,32	6,13	10,65	25,88	25,49	30,27	13,08	16,27	20,24	43,87
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	2,18	2,52	4,38	16,92	23,12	24,57	17,75	14,39	18,97	56,21
G <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	1,73	3,67	3,24	17,22	23,88	21,87	17,07	15,77	23,67	55,17
G <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	1,66	4,24	6,26	21,89	25,43	25,12	15,22	15,28	18,22	46,73
G <sub>1</sub> N <sub>4</sub>	1,27	4,32	5,66	19,87	24,52	25,07	11,38	12,25	17,25	51,91
G <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	2,43	2,82	2,99	16,49	25,78	30,53	10,85	16,03	19,78	51,67
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	1,18	2,98	4,34	16,63	24,37	27,21	10,53	11,48	17,63	50,39
G <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	1,76	3,69	6,78	18,80	24,81	20,57	15,28	11,37	20,44	47,20
G <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	2,11	5,76	5,02	17,88	25,72	24,09	15,16	16,42	19,54	48,89
-----										
<i>Statistische toetsing</i>										
N <sub>L</sub>	1,4	11,9 <sup>++</sup>	2,8	2,4	--	--	--	--	--	4,2 <sup>+</sup>
N <sub>Q</sub>	--	13,9 <sup>++</sup>	--	--	--	3,3 <sup>(+)</sup>	--	4,1 <sup>+</sup>	--	--
-----										
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )	1,3	2,1	--	1,4	1,3	--	--	--	6,4 <sup>+</sup>	--
N <sub>L</sub> (ZZ-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--	--	--	1,0	--	3,5 <sup>(+)</sup>	--	--	--	--
N <sub>L</sub> (G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--	--	--	--	--	3,9 <sup>(+)</sup>	5,6 <sup>+</sup>	--	--	--
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )(ZZ-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--	--	--	1,4	2,3	--	--	1,1	2,3	--
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )(G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	2,9 <sup>(+)</sup>	1,5	--	--	1,3	--	--	--	--	--
-----										
N <sub>Q</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )	--	--	--	3,7 <sup>(+)</sup>	--	7,7 <sup>++</sup>	--	--	--	--
N <sub>Q</sub> (ZZ-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	3,3 <sup>(+)</sup>	1,6	--	--	--	--	2,5	2,0	3,8 <sup>(+)</sup>	--
-----										
Variatiecoëfficiënt % opbrengst/veldje	64	43	47	20	19	24	46	39	32	23

*Beregening.* De invloed van de aangebrachte factoren is niet los te zien van het weer in de beschouwde seizoenen. Bovendien werd beregend in afhankelijkheid van de uitdroging van het profiel. Een overzicht van de neerslag in de voorjaars- en zomerperiode staat vermeld in tabel 24.

In het droge jaar 1959 werd veel beregend, totaal 160 mm op de grasveldjes en 125 mm op de zwart gehouden veldjes. Ook in 1955 en 1957 werd behoorlijk beregend, maar in 1956, 1958 en 1960 werd niet of een enkele maal beregend. Vanwege het ijzerhoudend water kon de beregening over het gewas slechts tot half juli worden uitgevoerd, het ongunstige effect van een zeer droge nazomer zoals in 1959 kon dus onvoldoende worden tegengegaan. Aan de hand van andere gegevens, zoals die van Butijn (1961) kan worden gesteld, dat de scheutgroei vooral door droge voorjaarsmaanden en droge maanden in de voorzomer benadeeld wordt. De vruchtgroei zal pas in de laatste groeimaanden worden geremd, en wel alleen als de vochtvoorraad in het profiel uitgeput is.

Op dit proefveld in Beuningen was de beworteling van de bomen zeer diep. Dit had tot gevolg dat de bomen maar in vrij geringe mate gevoelig waren voor droogte. Bovendien verstoorde een hoge waterstand van de Waal soms het "normaal" te verwachten verloop van de grondwaterstands daling in de zomer. In de praktijk is inmiddels wel gebleken, dat het effect van vroege beregening vrij gering is op dit soort gronden. Beregening in de maanden juli, augustus en september geeft goede resultaten wat bladstand en uitgroeien van de vruchten betreft. In deze periode is de rivierwaterstand vaak ook lager dan in het begin van het seizoen.

Alleen in 1959 werd een duidelijke verhoging van de opbrengst waargenomen op de beregende veldjes (fig. 14). De opbrengststijging bedroeg 15,7% en was statistisch bijna betrouwbaar. De reactie op beregening was, zoals te verwachten, het sterkst op de veldjes met volledig gras. Daar was de stijging in opbrengst 28,4%; de wisselwerking tussen beregening en bodembehandeling kon echter niet statistisch betrouwbaar worden vastgesteld. Als de opbrengsten van alle jaren worden gesommeerd, waarin beregend werd of kon worden, te weten de jaren 1955 tot en met 1960, dan zijn de verschillen tussen wel en niet beregend als volgt:

opbrengst 1955-1960 in kg/boom over 6 jaar

	zwart	gras	grasstrook	totaal
niet beregend	91,6	76,5	76,2	81,4
wel beregend	94,9	78,8	81,1	84,9
vermeerdering	3,5%	3,0%	6,4%	4,3%

Gezien de investering is het totale effect gering, terwijl er toch twee behoorlijk droge jaren voorkwamen. Een grotere vochtbehoefte van de bomen op de veldjes met gras volgt niet uit de waargenomen opbrengsten.

In de navolgende jaren brachten de veldjes die daarvoor beregend waren, meer op. Het verschil was in 1961 zelfs statistisch betrouwbaar. Dit zou terug te voeren zijn op een betere boomontwikkeling van de vroeger beregende bomen.

Tabel 24

Regenval per maand in mm in de proefperiode (waarnemingen weersation Nijmegen K.N.M.I.)

	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	Land. gemidd. 1931-1960
nov. t/m febr.	283	234	253	288	223	247	415	345	180	174	245
maart	41	51	75	29	86	36	58	47	62	50	42
april	32	41	10	46	73	22	79	84	54	40	45
mei	105	48	69	68	15	62	53	79	60	29	49
juni	60	121	46	67	21	46	71	17	111	67	54
juli	29	160	108	100	38	134	80	77	26	40	77
augustus	53	96	118	66	57	84	98	60	89	48	82
september	81	63	189	50	7	65	81	43	50	77	72
oktober	82	67	28	91	53	150	88	36	61	94	72
april t/m juli	226	371	233	281	146	263	283	256	250	175	225
<i>Neerslag minus verdamping</i> *											
april t/m juli	+111	-75	+9	-202	-28	+24	+9	-23	-124		

\* (Verdamping berekend uit verdamping van vrij wateroppervlak volgens Penman, vermenigvuldigd met correctiefactoren naar de maand).

De scheutgroei was daar de eerste jaren gestimuleerd. De uitdroging heeft blijkbaar toch tot een verzwakking van de bomen geleid.

*Bodembehandeling.* Het zwart maken van de veldjes leidde de eerste jaren tot een duidelijke groeistimulans, welke ook door een opbrengstvermeerdering werd gevolgd. De verschillen in opbrengst waren in 1956, 1957 en 1958 statistisch betrouwbaar. Over deze drie proefjaren gesommeerd bedroegen de opbrengsten op zwart, gras weinig gemaaid en gras veel gemaaid resp. 41,1, 27,6 en 26,0 kg per boom. In de daarna volgende jaren steken de zwart gehouden veldjes er niet meer bovenuit. De stand van de bomen wordt minder en er komt meer ijzergebrek voor. Vanaf 1961 is de opbrengst op de zwart gehouden veldjes lager dan op de veldjes, welke geheel in gras liggen. De opbrengst over 1961 tot en met 1964 was voor zwart 92,4 kg, voor gras 101,8 en voor grasstroken-cultuur 95,7 kg per boom. Door de opbrengsten uit te drukken in relatieve cijfers ten opzichte van de gemiddelde jaaropbrengst van het proefveld komt de aanvankelijk gunstige positie van het zwart gehouden object en de latere achteruitgang ervan schematisch naar voren (tabel 25).

Tabel 25

Relatieve opbrengstcijfers ten opzichte van het jaargemiddelde

	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964
zwart	102	133	154	122	98	103	95	99	95	95
gras weinig gemaaid	95	82	74	93	99	95	111	103	103	105
gras vaak gemaaid/grasstroken	104	85	72	85	103	101	94	99	102	99

Het omzetten van de veldjes die vaak werden gemaaid, in grasstroken-cultuur in 1959 had tot gevolg dat de opbrengst duidelijk steeg in 1959 en 1960. De gunstige positie ten opzichte van volledig gras werd echter niet blijvend ingenomen, zodat de extra werkzaamheden niet werden betaald. De opbrengst was wel beter dan op de zwart gehouden veldjes.

Een interactie tussen beregening en bodembehandeling kwam niet statistisch betrouwbaar tot uiting.

*Stikstofbemesting.* In het eerste jaar, waarin de stikstofbemesting werd gevariëerd, werd een statistisch betrouwbare opbrengstverhoging verkregen. Tot de derde stikstoftrap van 175 kg N per ha was de stijging per trap aanzienlijk, bij de vierde trap was de opbrengstvermeerdering al weer iets afgevlakt. In 1957 en 1958 werd de hoogste opbrengst verkregen met 175 kg N per ha. Vanaf 1959 is er geen duidelijke reactie van de opbrengst op de stikstoftrappen meer aanwezig. De hoogste opbrengsten worden zelfs meestal gevonden bij de laagste gift van 25 kg stikstof per ha. In 1964 is zelfs een betrouwbare daling van de opbrengst te vinden met toenemende stikstofbemesting.

In deze boomgaard lag dus de optimale stikstofgift bij 175-250 kg N per ha voor vier- tot zesjarige bomen Jonathan op M VII.

Vanaf het achtste groeijjaar was reeds een gift van 25 kg N per ha voldoende. Het stikstofgehalte van het blad schommelde daarbij tussen 2,18-2,58%.

Een *interactie tussen stikstofbemesting en beregening* was niet statistisch betrouwbaar aanwezig. Als de twee jaren in beschouwing worden genomen waarin in ruime mate werd beregend, nl. 1957 en 1959, lijkt het erop dat de reactie van de beregende bomen op stikstof minder uitgesproken is. De optimale giften zijn voor niet en wel beregend in 1957 resp. 250 en 175 kg N per ha en in 1959 175 en 25 kg N per ha. Deze geringere reactie op stikstof op de beregende veldjes stemt overeen met de verwachting, want daar blijft de stikstof in de grond langer beschikbaar onder droge omstandigheden en vochtconcurrentie van het gras. Tevens zal de stikstofmineralisatie op een hoger peil verlopen.

De *interactie tussen stikstofbemesting en bodembehandeling* vertoonde over de jaren geen duidelijke lijn en was statistisch slechts een enkel maal betrouwbaar of bijna betrouwbaar. In de eerste proefjaren van 1956 tot en met 1959, waarin het gewas onder andere aan bladkleur en stikstofgehalte gemeten nog een duidelijke reactie op de stikstofbemesting vertoonde, was de opbrengststijging onder invloed van de stikstof iets sterker op de grasveldjes. Het verschil tussen de hoogste en laagste stikstoftrap, gesommeerd over de genoemde vier jaren bedroeg op gras 7,4 kg per boom en op de zwart gehouden veldjes 3,4 kg per boom. In 1957 tot en met 1959 was het verband tussen opbrengst en stikstofgift op de zwart gehouden veldjes min of meer onregelmatig, maar op de grasveldjes was deze regelmatig en er tekende zich een duidelijk optimum af bij 175 kg N per ha. Het omzetten van de veldjes met frequent gemaaid gras in grasstrokencultuur had een duidelijke stikstofleverantie door het bewerken van de grond onder de boom tot gevolg; in 1959 en 1960 leverde de laagste stikstofgift voldoende voedsel voor de plant.

## 8. SAMENVATTENDE VERWERKING VAN DE GEGEVENS

### 8.1. *Het effect van de stikstofbemesting in afhankelijkheid van de bodembedekking*

In een samenvattende bewerking werd het effect van de stikstofbemesting bestudeerd in afhankelijkheid van de bodembedekking. Daartoe werden de volgende criteria genomen: het stikstofgehalte van het appelblad, de schattingscijfers voor de bladkleur en de opbrengst als percentages van de jaargemiddelden. De volgende gegevens staan in tabel 26 vermeld: de gemiddelden voor de drie bodembehandelingen bij de laagste stikstoftrap; de hoogst bereikte gemiddelden voor de drie bodembehandelingen, bij welke bemestingstrap ook verkregen; de giften, waarbij de hoogste cijfers verkregen werden; het effect van de stikstofbemesting op de bestudeerde eigenschap, uitgedrukt per 100 kg N per ha en de besparing op stikstof voor de laagst bemeste zwarte veldjes in vergelijking met de bemeste grasveldjes. De laatste gegevens werden afgelezen uit grafieken. Hierbij moest rekening worden gehouden met een eventueel verschil in (produktie-)niveau tussen wel en niet gras. Niet altijd was het even duidelijk of er een niveauverschil was, zij het door het onregelmatig verlopen van de curven, zij het dat het stikstofoptimum op de percelen met gras nog niet was bereikt. Uit de voorgaande statistische berekeningen is al af te leiden dat de hier bestudeerde interactie - want daar komt de te schatten besparing van de stikstof door zwart houden van de grond op neer - niet betrouwbaar was. Toch moet in principe een dergelijke wisselwerking aanwezig zijn geweest, welke echter door de grote proeffout niet aantoonbaar was en soms door het onregelmatig zijn van de curven moeilijk te schatten. Het gevondene is daarom niet meer dan een globale aanwijzing. Om de betrouwbaarheid te verhogen zijn de gegevens in drie groepen ingedeeld naar ouderdom van de proef en naar afnemende reactie van de proefbomen op de stikstofbemesting.

Op de veldjes waar de laagste bemestingstrap werd uitgevoerd, was het stikstofgehalte van het appelblad het hoogst. De bladkleur was het hoogst gewaardeerd op de zwart gehouden veldjes; ook de relatieve opbrengst was daar het hoogst, vooral in de eerste proefjaren. Door de stikstofbemesting worden de verschillen kleiner, maar meestal wordt nog niet hetzelfde niveau bereikt. Het stikstofgehalte op de zwaarst bemeste grasperceeltjes blijft achter ten opzichte van de zwart gehouden veldjes. In de cijfers van de hoogst bereikte bladkleurcijfers komt duidelijk een omslag naar voren. Op de grasperceeltjes was de bladkleur aanvankelijk achter, ook als 250 kg stikstof per ha was gegeven. In de tweede proefperiode werd de bladstand op de zwaar met stikstof bemeste grasperceeltjes hoger gewaardeerd dan op de meest gunstige zwart gehouden objecten. Nu speelt de achteruitgang in de fysische kwaliteiten van de grond een rol en er is sprake van ijzerebrek bij deze bodembehandeling.

Tabel 26

Invloed van stikstofbemesting op stikstofgehalte van het blad, bladkleur en opbrengst in afhankelijkheid van de bodembehandeling

Periode	N % bij laagst bemest		Hoogst bereikte N %		Gifft waarmee hoogste N % bereikt werd		Stijging in N % per 100 kg N/ha		Besparing in stikstof-gifft op zwart t.o.v.			
	Z	G <sub>1</sub>	Z	G <sub>1</sub>	Z	G <sub>1</sub>	Z	G <sub>1</sub>	Z-G <sub>1</sub>	Z-G <sub>2</sub>		
1956 t/m 1958	2,40	2,11	2,45	2,35	100	>200	200	0,023	0,096	0,098	135	90
1959 t/m 1961	2,46	2,28	2,53	2,44	125	>225	200	0,021	0,076	0,049	135	30
1962 en 1963	2,50	2,27	2,62	2,54	175	>175	215	0,038	0,098	0,052	100	30
Gemiddelde	2,45	2,21	2,52	2,43	100	>250	215	0,028	0,089	0,068	125	55
	Schattingscijfers bladkleur bij laagst bemest		Hoogst bereikte bladkleurcijfers		Gifft waarmee beste bladkleurcijfers be- reikt werden		Stijging in eenheden schattingscijfers bladkleur per 100 kg N per ha		Besparing in stikstof- gifft op zwart t.o.v. G <sub>1</sub> resp. G <sub>2</sub>			
1956 t/m 1958	7,0	5,6	7,5	6,8	215	>250	>215	0,26	0,58	0,52	160	160
1959 t/m 1961	6,8	7,1	7,3	7,3	75	175	250	0,12	0,06	0,21	0	0
1962 en 1963	7,0	6,8	7,2	7,4	0	>215	>125	0,07	0,20	0,01	200	125
Gemiddelde	7,0	6,4	7,3	7,1	75	250	250	0,16	0,32	0,25	150	150
	Relatieve opbrengsten bij laagst bemest		Hoogste relatieve opbrengsten		Gifft waarmee hoogste opbrengst werd bereikt		Stijging in relatie- ve opbrengst per 100 kg N/ha		Besparing in stikstof- gifft op zwart t.o.v. G <sub>1</sub> resp. G <sub>2</sub>			
1956 t/m 1958	127	68	149	99	90	175	200	6,6	13,5	16,6	> 100	> 150
1959 t/m 1961	109	106	117	110	85	120	0	-1,2	-4,8	1,1	95	> 50
1962 en 1963	114	102	114	119	0	100	90	-1,1	-7,1	1,3	> 75	75
Gemiddelde	117	91	128	108	0	175	175	1,8	1,5	7,0	100	135



Ook de relatieve opbrengsten laten het aanvankelijk betere zwart gehouden perceel zien en de geleidelijke achteruitgang ervan. In de laatste proefperiode is het volvelds gras het beste. De giften waarmee de beste resultaten werden bereikt, lagen voor de zwart gehouden percelen gemiddeld lager. Het maximum in stikstofgehalte werd op de grasveldjes bij de hoogste stikstoftrap vaak nog niet bereikt. Over de gehele proefperiode komt de aanwijzing naar voren dat op de volveldsgraspercelen 175 kg stikstof per ha meer moet worden gegeven dan op de zwart gehouden perceeltjes. Het vaak maaien van het gras in de eerste proefperiode gaf geen vermindering van de stikstofbehoefte van de boom. Het omzetten in een grasstrokencultuur leidde alleen bij de opbrengsten tot een waarneembare daling in de stikstofvraag.

Berekend werd de stijging in de kwaliteit van de hier weergegeven eigenschappen van de boom per 100 kg stikstof per ha. Alleen het lineaire effect werd bekeken. Naarmate het niveau lager ligt door een onvoldoende stikstofvoeding, zal de reactie op de bemesting scherper zijn en de stijging per eenheid van 100 kg per ha sterker. Dit komt bijvoorbeeld duidelijk naar voren voor het stikstofgehalte van het blad. Er blijkt voor de drie onderscheiden proefperioden een duidelijk verschil te bestaan tussen zwart en volvelds gras. Object G<sub>2</sub> met vaak gemaaid gras en later als grasstrokencultuur, toont de geringere stikstofconcurrentie in de latere jaren door de verminderde reactie op de stikstofbemesting. Ook de bladkleurcijfers reageerden de eerste proefjaren scherper op de bemesting op de grasperceeltjes, de latere jaren waren de verschillen veel geringer. Dit wijst op de afnemende concurrentie van het gras om stikstof. De eerste proefjaren werd de relatieve opbrengst aanmerkelijk verhoogd door de stikstofbemesting, vooral op de veldjes met gras. In de latere jaren was er een opbrengstdaling door de zwaarste stikstofgift, niet alleen op de zwart gehouden percelen maar ook op de grasveldjes.

Als in de grafieken wordt afgelezen bij welke bemesting op de grasperceeltjes het zelfde stikstofgehalte wordt bereikt als op de zwart gehouden veldjes met de laagste stikstofbemesting, waarbij een eventueel verschil in het bereikte maximum in rekening wordt gebracht, dan blijkt over de jaren gezien deze hoeveelheid op volvelds gras gemiddeld 125 kg N per ha hoger te liggen. Bij de grasstrokencultuur neemt de stikstofbehoefte in de laatste perioden af. Bij de bladkleurcijfers en opbrengst komt dit echter niet zo duidelijk naar voren.

Zoals reeds gezegd, zal het effect van de bemesting op de boom en bijvoorbeeld op het stikstofgehalte van het blad geringer zijn naarmate de boom beter van stikstof is voorzien. In figuur 15, waarin de stijging van het stikstofgehalte per 100 kg N per ha is uitgezet tegen het stikstofgehalte van het blad op het lichtst bemeste perceel blijkt dit duidelijk. In het traject van 2,0-2,3% N is de stijging gemiddeld 0,07 per 100 kg N. Aan de lage kant van dit traject lijkt de stijging iets geringer. Dit kan verklaard worden uit de dan optredende sterkere groei als reactie op de bemesting bij een lage stikstofvoorraad in de boom.

Naarmate het gehalte hoger is dan 2,3% N, is de stijging door de stikstofbemesting geringer. Bij een gehalte van 2,6% trad op dit proefveld met Jonathan op M VII praktisch geen reactie in het stikstofgehalte van het blad meer op.

Het stikstofgehalte van het blad wordt niet alleen bepaald door de stikstofvoeding in het beschouwde jaar en door die van de voorgaande jaren, maar ook het weer heeft er invloed op. Fluctuaties komen voor door het al of niet sterk uitgroeien van de scheuten in afhankelijkheid van het weer gedurende de voorzomermaanden (Keyer en Dijksterhuis, z.j.).

Ook de neerslag in de voorgaande winter kan een daling van het stikstofgehalte in de volgende zomer ten gevolge hebben (Van der Boon en Pouwer, 1960). Om te zien in hoeverre de verschillen in stikstofgehalte van jaar tot jaar onder invloed van het weer tot stand gekomen zijn, werden de stikstofgehalte grafisch uitgezet tegen de neerslag in de voorafgaande winter van november tot en met februari en tegen het neerslagoverschot in de zomer, van april tot en met juli (fig. 16). Voor de gewasverdamping werd uitgegaan van de verdamping van een vrij wateroppervlak, zoals opgegeven in De Bilt en in Andel (vanaf juni 1962), vermenigvuldigd met 1x voor de maanden november tot en met februari, 0,8x voor maart tot en met mei en 0,6x voor juni tot en met augustus. De gegevens van 1956 en 1957 passen door de lage stikstofstoestand van de boom niet in het algemene beeld. Het lijkt erop dat het stikstofgehalte van het appelblad in augustus lager is naarmate in de voorafgaande winter meer dan 280 mm regen gevallen is, en de reactie op de bemesting neemt daarbij toe. Het stikstofgehalte zou lager zijn in een droge zomer. Het lage gehalte in 1956 zou weer deels veroorzaakt kunnen zijn door de hoge neerslagfrequentie in dat jaar. Ter nadere oriëntatie over de invloed van het weer in de zomermaanden werden de afwijkingen van de stijging in stikstofgehalte door de bemesting in afhankelijkheid van het stikstofniveau berekend en uitgezet tegen het neerslagoverschot in de zomer (fig. 17). Het lijkt erop dat de stikstofbemesting minder duidelijk naar voren komt in een droge zomer (onvoldoende indringing van de stikstof en geringe verplaatsing in het profiel naar de vruchtboomwortels?) en evenzo in een natte zomer (sterke scheutgroei, groeiverdunning, onvoldoende zuurstof, denitrificatie?). In vroeger onderzoek werd al gevonden, dat een in het vroege voorjaar gegeven stikstofbemesting in grasboomgaarden beter tot zijn recht komt als na de bemesting meer regen valt (Van der Boon, Das en Pouwer, 1967). Deze proef wijst dus in dezelfde richting.

### *8.2. Het effect van de stikstofbemesting in afhankelijkheid van wel of niet beregenen*

De vraag rijst wat de invloed van de beregening is geweest op de werking van de stikstofbemesting. Om dit te bepalen werden de gegevens van de diverse proefjaren gerangschikt naar afnemend aantal malen beregenen in het groeiseizoen (tabel 27).

Tabel 27

Invloed van stikstofbemesting op stikstofgehalte van het blad, bladkleur, scheutgroei en opbrengst in afhankelijkheid van wel of niet beregenen

	N <sub>2</sub> bij laagst bemest		Hoogst bereikte N <sub>2</sub>		Gifft waarmee hoogste N <sub>2</sub> bereikt werd		Stijging in N <sub>2</sub> per 100 kg N/ha	
	W <sup>-</sup>	W <sup>+</sup>	W <sup>-</sup>	W <sup>+</sup>	W <sup>-</sup>	W <sup>+</sup>	W <sup>-</sup>	W <sup>+</sup>
vele malen beregenen,								
1957, 1959	2,29	2,25	2,39	2,44	215	250	0,044	0,073
één keer beregenen,								
1956, 1960	2,33	2,32	2,44	2,46	250	250	0,039	0,063
niet beregenen,								
1958, 1961	2,28	2,28	2,48	2,46	215	175	0,083	0,070
gemiddelde	2,30	2,28	2,43	2,45	225	225	0,055	0,068
Schattingscijfers laagst bemest								
Hoogst bereikte bladkleur bij laagst bemest		Hoogst bereikte bladkleurcijfers		Gifft, waarmee beste bladkleurcijfers bereikt werden		Stijging in eenheden schattingscijfers bladkleur per 100 kg N/ha		
vele malen beregenen,								
1957	5,5	5,9	6,4	6,6	175	250	0,42	0,32
één keer beregenen,								
1956	6,3	6,4	7,6	7,5	250	250	0,60	0,47
niet beregenen,								
1961	6,7	7,2	7,3	7,3	175	0	0,24	0,01
Idem voor scheutlengte in 1957 in m en schattingscijfers voor scheutgroei in 1961								
vele malen beregenen,								
1957	54,1	66,9	63,3	70,9			4,61	2,03
niet beregenen,								
1961	6,6	7,2	7,1	7,2	175	0	0,10	-0,07
Idem voor relatieve opbrengstcijfers								
Laagst bemest		Hoogst bereikt		Opt. gifft.		Effect bemesting		
vele malen beregenen,								
1957, 1959	88	101	109	115	215	100	10,7	2,0
één keer beregenen,								
1956, 1960	81	100	120	115	215	100	14,7	5,2
niet beregenen,								
1958, 1961	97	110	105	119	88	125	-1,6	0,8
gemiddelde	89	104	111	116	171	108	7,9	2,7

Het effect van de bemesting op het stikstofgehalte van het blad lijkt versterkt te zijn op de beregende veldjes. Het lineaire effect is in 1957 en 1959 daar duidelijk hoger dan op de onberegende perceeltjes. Ook in de tweede groep van éénmaal . regenen in 1956 en 1960 zou een stimulans op de stikstofopname door de appel aanwezig zijn. In 1959 stijgt het stikstofgehalte van het blad op de onberegende veldjes pas duidelijk door de hoogste stikstoftrap, terwijl de tweede trap van 100 kg N per ha op de beregende veldjes reeds een sterke stijging van dit gehalte veroorzaakt. De gegevens van 1957 laten dit ook min of meer zien. De berekening moet het indringen van stikstof bevorderd hebben, terwijl op de onberegende perceeltjes door droogte en onvoldoende indringen van de stikstof de laagste trappen onvoldoende tot werking komen. Door de berekening kan bovendien de mineralisatie in de grond gestimuleerd zijn. Voorts vertoont het stikstofgehalte op de beregende veldjes de neiging verder te stijgen onder invloed van de hoogste trap dan op de onberegende veldjes. De gevonden invloed van de berekening op het effect van de bemesting stemt overeen met de invloed van de neerslag welke ook tot een verhoging van het stikstofgehalte van het blad leidde (fig. 17). Daar het stikstofgehalte onder invloed van de bemesting bleef stijgen, waren er geen verschillen in de giften waarmee de hoogste gehalten werden bereikt.

Bij de laagste bemestingstrap veldjes werd de bladkleur hoger gewaardeerd op de beregende veldjes. In tegenstelling met het stikstofgehalte was nu het effect van de bemesting op de schattingscijfers voor de bladkleur minder sterk op de beregende veldjes. De vraag is of dit effect reëel is, omdat hetzelfde werd gevonden in 1961, in welk jaar niet beregend werd. Maar het kan in 1961 nog een gunstige nawerking zijn van vorige jaren.

Eenzelfde effect treedt op in 1957 met de scheutlengte. Door de berekening wordt deze gestimuleerd wanneer weinig, maar ook wanneer veel is gemest. Het effect van de stikstofbemesting is op de beregende veldjes echter minder groot. Men zou kunnen zeggen dat sommige effecten van de berekening op het gewas, zoals op de bladkleur en op de scheutgroei in dezelfde richting werken als meer stikstof. Het gevolg is dat de wisselwerking tussen berekening en stikstofbemesting negatief is. Eenzelfde verschijnsel wordt waargenomen bij de opbrengst. Op de beregende veldjes wordt daarbij het maximum eerder bereikt, zodat de optimale gift lager ligt.

Berekening heeft dus een versterkend effect op de stikstofbemesting voor het stikstofgehalte van het blad, maar voor andere eigenschappen van het gewas werkt het, "aan de buitenkant" gezien, in dezelfde richting als de stikstofbemesting.

### *8.3. Het effect van de stikstofbemesting op het kaliumgehalte van het appelblad in afhankelijkheid van de bodembehandeling en van al of niet beregenen*

De invloed van de stikstofbemesting op het kaliumgehalte van het appelblad werd nagegaan in afhankelijkheid van de bodembehandeling. In tabel 28 zijn de gegevens gegroepeerd in drie perioden naar de ouderdom van de proef en ook naar afnemende reactie op de stikstof. Het kaliumgehalte van het appelblad was op de laagst bemeste veldjes

Tabel 26

Invloed van de stikstofbemesting op het kaliumgehalte van het appelblad in afhankelijkheid van de bodembehandeling en al of niet berogenen

Periode	K <sub>2</sub> O% bij laagst bemest		Laagst K <sub>2</sub> O%		Gift waarmee laagst K <sub>2</sub> O% bereikt werd		Stijging in K <sub>2</sub> O% per 100 kg N/ha	
	Z	G <sub>1</sub>	Z	G <sub>1</sub>	Z	G <sub>1</sub>	Z	G <sub>1</sub>
1956 t/m 1958	1,80	2,08	1,73	1,67	100	225	-0,037	-0,169
1959 t/m 1961	1,57	1,70	1,53	1,34	58	200	-0,022	-0,123
1962 en 1963	1,42	1,69	1,42	1,31	0	100	+0,003	-0,116
gemiddelde	1,62	1,84	1,58	1,46	97	184	-0,021	-0,138
Berekening	K <sub>2</sub> O% bij laagst bemest		Laagst K <sub>2</sub> O%		Gift waarmee laagst K <sub>2</sub> O% bereikt werd		Stijging in K <sub>2</sub> O% per 100 kg N/ha	
	W <sup>-</sup>	W <sup>+</sup>	W <sup>-</sup>	W <sup>+</sup>	W <sup>-</sup>	W <sup>+</sup>	W <sup>-</sup>	W <sup>+</sup>
vele malen berogenen,								
1957, 1959	1,75	1,84	1,33	1,66	250	175	-0,182	-0,052
één keer berogenen,								
1956, 1960	1,67	1,68	1,33	1,54	213	250	-0,148	-0,059
niet berogenen,								
1958, 1961	1,90	1,90	1,61	1,70	213	175	-0,121	-0,051
gemiddelde	1,77	1,80	1,42	1,63	225	200	-0,150	-0,054

hoger op de graspercelen dan op de zwart gehouden percelen. Dit moet het gevolg zijn van een geringere stikstofvoeding van het gewas op de grasveldjes. Bekend is dat het kaligehalte van het appelblad daalt bij stijgende stikstofvoorziening tot een bepaald niveau. Daar de beschikbaarheid van de stikstof in de grond hoger is op de zwart gehouden veldjes, is bijgevolg het kaligehalte in het blad daar lager. Door de stikstofbemesting daalt het kaligehalte en wel sterker op de graspercelen. Op de grasveldjes worden daarbij lagere niveaus bereikt dan op de zwart gehouden veldjes. Dit zou erop wijzen dat het gras om de kali concurreert wat een lager gehalte in het appelblad tot gevolg heeft. Het kan ook zijn dat door het gras de bovenste grondlaag meer is uitgedroogd tijdens het groeiseizoen, met het gevolg dat de kali in deze laag - waar ze ruim voorhanden is - minder gemakkelijk opgenomen wordt. De vruchtboomwortels zijn dan aangewezen op de diepere, minder met kali voorziene lagen. Het laagste niveau voor het kaligehalte in het blad wordt voor de zwart gehouden veldjes bij een lagere stikstoftrap bereikt dan voor de grasperceeltjes. De daling in het kaligehalte per eenheid van stikstofbemesting is groter voor de grasperceeltjes. De daling neemt met de loop der tijd af. Dit kan berusten op het feit dat de stikstofvoeding van het gewas in verhouding beter is geworden, of op het feit dat het hoge kaliniveau in de grond en het redelijk niveau in het blad door het weglaten van de kalibemesting in de eerste proefjaren zijn gedaald, zodat de reactie op de stikstofbemesting minder sterk wordt.

Het kaligehalte is verhoogd door de beregening, zowel op de laagst bemeste percelen als daar waar het kaligehalte door de stikstofbemesting het verst is gedaald. Ondanks het hogere kaligehalte door de beregening is daar het effect van de stikstofbemesting op het kaligehalte in verhouding kleiner dan op de onberegende veldjes. Dit zou erop kunnen wijzen dat de verhindering van de kaliopname door de vochtonttrekkende werking van de graswortels door beregening deels is opgeheven. Ook in de jaren dat niet beregend werd, was de werking van de stikstofbemesting op het kaligehalte minder groot. Dit zou nawerking kunnen zijn van voorgaande jaren, het is ook mogelijk dat hier een vruchtbaarheidsverloop de samenhang verstoort.

#### *8.4. Relatie tussen opbrengst, bodembehandeling en stikstofgehalte van het appelblad.*

Door het grafisch uitzetten van de opbrengsten in kg per boom tegen de stikstofgehalten van het appelblad, met onderscheiding naar de bodembehandelingen, werd getracht te bepalen in hoeverre de verschillen in opbrengst zijn toe te schrijven aan een variatie in de stikstofvoeding van de boom. Door de afwijkingen van de jaargemiddelden te gebruiken werden de produktieverschillen tussen de jaren buiten de beschouwing gebracht. Dit is alleen juist als deze niet op verschillen in stikstofvoeding berusten. Dit zou voor de eerste twee proefjaren wel eens niet geheel het geval geweest kunnen zijn. Het is niet uitgesloten dat een zwaardere bemesting toen nog een opbrengstvermeerdering gegeven zou hebben

Uit tabel 18 volgt, dat bij een stikstofgehalte van het appelblad in augustus van 2,25% de opbrengst achter kan blijven door onvoldoende stikstofvoeding. Boven dit gehalte is over de jaren gezien geen duidelijke invloed van de stikstof op de opbrengst waar te nemen. Bij het beschouwen van de jaren afzonderlijk is er een duidelijke samenhang tussen de (relatieve) opbrengst en het stikstofgehalte in 1956, 1957 en 1958. De achterblijvende opbrengst op de grasveldjes laat zich op de lijn brengen aan de hand van de stikstofgehalten. De veldjes met de hoogste opbrengsten hebben ook de hoogste stikstofgehalten. In het proefjaar 1959 vertonen de verschillen in opbrengst maar een geringe samenhang met de stikstofgehalten in het blad. De volvelds grasveldjes zouden nog enigszins in opbrengst achterblijven als gevolg van een te laag stikstofgehalte, een gehalte beneden 2,35% N. Hetzelfde geldt in enige mate ook nog voor de gegevens van 1960. De volgende jaren is er geen verband tussen opbrengst en stikstofgehalte. Ja, in 1963 wordt de tendens zichtbaar dat de hoge stikstofgehalten vanaf 2,65% samengaan met een teruggang in opbrengst.

Samenvattend is te zeggen dat de opbrengstverschillen in de eerste proefjaren gedeeltelijk veroorzaakt kunnen zijn door stikstofgebrek, hetgeen zou volgen uit de samenhang met het stikstofgehalte van het blad. De opbrengsten op de grasveldjes zijn lager en de zwaarste stikstofgift is niet altijd voldoende op de grasveldjes. In de latere proefjaren zijn de verschillen in stikstofgehalten in het blad weinig of niet maatgevend voor de verschillen in opbrengst. Een stikstofgehalte boven 2,25% N beïnvloedt het opbrengstniveau van de boom niet meer of in maar geringe mate.

#### *8.5. Relatie tussen bladkleur, bodembehandeling en stikstofgehalte van het appelblad*

De schattingscijfers voor bladkleur als gemiddelde van de objecten werden uitgezet tegen het stikstofgehalte van het appelblad, bepaald aan monsters in augustus genomen aan de basis van de langloten (fig. 19).

De gegevens voor 1956 en 1957 toonden een duidelijke samenhang voor de bladkleurcijfers en het stikstofgehalte van het blad. Weinig verschil in bladkleur kwam voor op de zwart gehouden perceeltjes; daar waren de bladkleurcijfers het hoogst en de stikstofgehalten eveneens. De schattingen in 1957 liggen een eenheid lager, wat niet te verklaren is door een verschil in stikstofgehalte in het blad. Dit kan een gevolg zijn van het niet op dezelfde schaal waarderen van de bladkleur van het ene jaar op het andere, maar uit ander onderzoek is naar voren gekomen dat er inderdaad verschillen van jaar tot jaar in de concentratie aan bladgroen kunnen voorkomen, onafhankelijk van de aanwezige stikstofhoeveelheid. De gegevens van 1961 en 1962 laten nog een geringe samenhang zien tussen bladkleurcijfers en stikstofgehalten. De lage gehalten tussen 2,1 en 2,2% blijven iets achter. In 1963 en 1964 laten de dan voorkomende hoge stikstofgehalten van het blad, tussen 2,5 en 2,75% N, geen samenhang zien met de schatting voor de bladkleur. De veldjes met zwartliggen bij dezelfde stikstofgehalten iets lager in waardering van de bladkleur.

Samenvattend over de jaren valt te vermelden dat de lagere schattingen voor de bladkleur in de eerste proefjaren terug te voeren zijn op een onvoldoende stikstofniveau in het blad. In de daarop volgende jaren neemt het tekort in stikstofvoeding af en daarmee ook de verschillen in bladkleurcijfers. In de laatste proefjaren wordt de bladkleur benadeeld door de slechtere fysieke toestand van de grond op de zwart gehouden percelen. Bij een stikstofgehalte boven 2,3% N zijn geen duidelijke verschillen in bladkleur als gevolg van een verschil in stikstofvoeding meer te verwachten.

#### *8.6. Relatie tussen stikstofgehalte van het blad en de hoeveelheid in water oplosbare stikstof in de grond*

Het stikstofgehalte van het in augustus bemonsterde appelblad werd in verband gebracht met de hoeveelheid in water oplosbare stikstof, in de grond aangetroffen in de daaraan voorafgaande periodeneind mei-begin juni en eind juni-begin juli.

Er werd een samenhang gevonden, die het duidelijkst was voor de gegevens van eind juni-begin juli in de laag van 0-40 cm (fig. 20). Uit de figuur valt af te leiden:

- (a) De in water oplosbare stikstof van de laag 0-40 cm, eind juni-begin juli aanwezig, is een maat voor de stikstofvoorziening van de boom.
- (b) Boven 120 kg N per ha stijgt het stikstofgehalte van het blad niet meer.
- (c) Bij een hoeveelheid van 30 kg N per ha in de laag van 0-40 cm in eind juni-begin juli is het stikstofgehalte van het blad gemiddeld 2,35%, een gehalte waarboven de opbrengst niet meer duidelijk stijgt.
- (d) De stikstofbepaling van eind juni is een momentopname. Het bepaalt wat dan nog aanwezig is van een afnemende hoeveelheid beschikbare stikstof in het seizoen. Hierop wijst de hoge absciswaarde bij  $x = \text{hoeveelheid N} = 0$ .
- (e) Er is een vrij grote spreiding om de lijn. De voorspellende waarde is maar betrekkelijk. In par. 4.3 werd reeds naar voren gebracht dat de op bepaald moment aanwezige stikstof de resultante is van diverse elkaar versterkende en tegenwerkende krachten.
- (f) Er is, hoewel de gegevens van de zwart gehouden veldjes iets meer boven de lijn liggen, geen aanwijzing dat de hoeveelheid in water oplosbare stikstof geïnterpreteerd moet worden in afhankelijkheid van de bodembehandeling.



## 9. BEWAARKWALITEIT VAN HET FRUIT EN BODEMBEHANDELING

Vanaf 1959 tot en met 1964 werden bewaarproeven uitgevoerd. Na verwijdering van het kroet werd het fruit als zodanig bewaard in de koelcel bij de fruitteler Van As. In 1959 tot en met 1962 werden twee pluktijden aangehouden, waarbij de linkerhelft of de rechterhelft van het proefveld eerst werd geplukt. De pluktijden waren als volgt:

12 en 23 september 1959,  
5 en 14 oktober 1960,  
3 en oktober 1961,  
31 oktober en 7 november 1962,  
15-16 oktober 1963,  
6- 9 oktober 1964

De plukdata waren even vóór en even na de "normale" pluk-tijd. Per veldje werd in sommige jaren een kist met 20 kg appels weggezet, in andere jaren meer. Na het koelen werd het fruit gesorteerd op gaaf, rot, steelrot, stek, spot en zacht (Jonathanbederf). Door de temperatuur in de koelcel voldoende hoog te houden, werd het optreden van lage-temperatuurbederf zoveel mogelijk vermeden, maar gezien de invloed van de verschillende factoren was het voorkomende zacht niet uitsluitend Jonathanbederf, maar ook gedeeltelek lage-temperatuurbederf. Tevens werd het gemiddeld vruchtgewicht bepaald.

### 9.1. *Onderlinge samenhang van bewaareigenschappen*

De correlaties werden per jaar berekend voor de volgende gewaseigenschappen: opbrengst per veldje, gemiddeld vruchtgewicht van het bewaarde fruit zonder onderscheid naar pluk-tijd, het percentage spot, het percentage rot (als som van rot, steelrot en stek), het percentage zacht en het percentage niet gaaf (als verschil tussen 100% en percentage gaaf). De in verband met de variantie-analyse volgens hoektransformatie omgezette percentages zijn in de berekening gebruikt. In tabel 29 staan de over de jaren gemiddelde correlatiecoëfficiënten weergegeven.

Een *hogere opbrengst* ging alle jaren gepaard met een lager vruchtgewicht. In drie van de vijf jaren was deze negatieve samenhang statistisch betrouwbaar. Behalve in 1959 was er steeds een negatieve samenhang tussen het optreden van bewaarziekten en de grootte van de opbrengst. Voor het percentage niet gave appels was deze vanaf 1960 steeds statistisch betrouwbaar. De samenhang met het optreden van spot was nog het minst duidelijk. In 1961 en 1962 werd geen duidelijke aantasting door spot waargenomen.

Het *gemiddeld vruchtgewicht* was positief gecorreleerd met de percentages zieke appels, rot en zacht. Het verband met spot was wisselend, in 1963 hadden de grotere appels zelfs minder spot.

Tabel 29

Correlaties tussen bewaareigenschappen van de vruchten, gemiddeld over de jaren 1959 tot en met 1964

	% spot	% rot	% zacht	% niet gaaf	Gemiddeld vruchtgewicht	Opbrengst
% spot	1,00	- 0,05	+ 0,05	+ 0,77 <sup>+++</sup>	0	- 0,10
% rot		1,00	+ 0,18	+ 0,44 <sup>+++</sup>	+ 0,28 <sup>+</sup>	- 0,21 <sup>+</sup>
% zacht			1,00	+ 0,58 <sup>+++</sup>	+ 0,29 <sup>++</sup>	- 0,33 <sup>+++</sup>
% niet gave appels				1,00	+ 0,28 <sup>++</sup>	- 0,28 <sup>++</sup>
Gemiddeld vruchtgewicht					1,00	- 0,25 <sup>+</sup>
Opbrengst						1,00

Het *percentage spot* hing niet duidelijk samen met het voorkomen van rot en zacht, wel was er een sterk positieve correlatie met het percentage niet gave appels.

Het *percentage rot* was in enige jaren duidelijk gecorreleerd met het optreden van zacht: in 1960 was de correlatiecoëfficiënt +0,38<sup>+</sup> en in 1964 +0,81<sup>+++</sup>. Ook hier was er in de meeste jaren een positieve correlatie met het percentage niet gave appels, maar deze correlatie was niet zo sterk als die voor het percentage spot met niet gaaf.

Het *percentage zacht* was positief gecorreleerd met het percentage niet gave appels, maar niet zo uitgesproken, als het percentage spot. In 1961 en 1963, de jaren met een hoge neerslag in augustus, was de correlatie tussen het percentage zacht en het percentage niet gave appels het hoogst: de correlatiecoëfficiënten waren resp. +0,82<sup>+++</sup> en +0,95<sup>+++</sup>.

Rangschikking van de proefjaren naar toenemend zacht in het bewaarfruit geeft de indruk dat dit gepaard gaat met toenemende regenval in de maand augustus en toenemende regenval in september, met lagere opbrengst en groter vruchtgewicht, met hoger kaligehalte in het blad in augustus en lager stikstof-, calcium- en magnesiumgehalte, en met dalende N/K-verhouding in het blad en stijgende (K+Mg)/Ca-verhouding. Uiteraard laat het geringe aantal proefgegevens geen vaststaande conclusie toe (fig. 21).

Rangschikking van de proefjaren naar toenemend rot laat een daling zien in het stikstofgehalte en in de N/K-verhouding van het blad en een stijging in de (K+Mg)/Ca-verhouding. Het jaar met het hoogste percentage rot (1961) kenmerkt zich door een hoge regenval in augustus en september.

De aantasting door spot wordt ernstiger naarmate in de maand augustus minder regen is gevallen.

## 9.2. Het vruchtgewicht

*Pluktijd.* Alleen in 1959 leidde de latere pluktijd tot het oogsten van grotere appels, in 1961 en 1962 was het tijdstip ook voor de eerste pluk zo laat gekozen, dat er van een verdere uitgroeien van de vruchten geen sprake meer is (tabel 30).

Tabel 30  
Gemiddeld vruchtgewicht

	1959		1961		1962		1963	1964
	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk		
Gemiddelde	116,15	118,72	122,83	122,12	95,52	93,26	105,93	100,38
<i>Effect van de behandelingen</i>								
$W^-$	112,57	115,78						
$W^+$	119,74	121,66						
Z	120,07	118,86	115,29	124,11	93,08	92,34	105,80	99,72
$G_1$	114,18	119,38	131,90	123,56	100,24	93,84	105,76	102,25
$G_2$	114,21	117,91	122,38	118,12	92,03	93,60	106,23	99,17
$Z W^-$	121,51	117,15						
$Z W^+$	118,63	120,58						
$G_1 W^-$	105,79	118,13						
$G_1 W^+$	122,58	120,63						
$G_2 W^-$	110,40	112,05						
$G_2 W^+$	118,01	123,78						
<i>Statistische toetsing</i>								
pluktijd	1,1		--		1,6			
$W^- - W^+$	2,4 <sup>(*)</sup>		--					
$2Z - G_1 - G_2$	1,7		--		1,5	--	--	
$G_1 - G_2$	--		--		1,5	--	1,7	
(pluk)( $2Z - G_1 - G_2$ )	1,1		1,1		--			
( $W^- - W^+$ )( $2Z - G_1 - G_2$ )	1,5		1,0					

*Berekening.* In het droge jaar 1959 werden de vruchten groter door de berekening, een statistisch bijna betrouwbaar effect.

*Bodembehandeling.* Geen van de uitgevoerde behandelingen sorteerde een statistisch betrouwbaar effect. In 1959 werd bij de eerste pluk op de zwart gehouden veldjes grotere appels geplukt dan op de veldjes met gras, bij de tweede pluk waren de verschillen veel geringer en anders. De opbrengst lag dat jaar op de zwart gehouden veldjes lager. In de volgende jaren 1961, 1962 en 1964 werden grotere vruchten geoogst op de veldjes met volvelds gras, terwijl daar ook de opbrengst iets hoger lag.

De *interactie tussen berekening en bodembehandeling* in 1959 liet zien dat de vergroting van de vruchten door berekening alleen optrad op de grasveldjes. De interactie was echter niet statistisch betrouwbaar.

*Stikstofbemesting* vertoonde de tendens het uitgroeien van de vruchten van de late pluk te bevorderen. In 1963 waren de vruchten kleiner op de zwaar met stikstof bemeste veldjes, een statistisch betrouwbaar effect.

## 9.3. Het percentage spot

*Fluktijd.* De laat geplukte appels kregen meer spot  
(tabel 32).

Tabel 31  
Gemiddeld vruchtgewicht

	1959		1961		1962		1963	1964
	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk		
Gemiddeld	116,15	118,72	122,83	122,12	95,52	93,26	105,93	100,38
<i>Effect van de behandelingen</i>								
N <sub>1</sub>	118,25	117,16	125,54	117,73	100,67	88,60	108,75	100,31
N <sub>2</sub>	121,16	119,99	117,81	119,59	96,08	96,97	108,31	101,20
N <sub>3</sub>	107,51	117,78	128,70	123,84	91,00	93,36	101,96	99,22
N <sub>4</sub>	117,69	119,94	117,59	126,73	92,06	94,12	104,70	100,78
W <sup>-</sup> N <sub>1</sub>	114,33	113,75						
W <sup>-</sup> N <sub>2</sub>	117,52	113,52						
W <sup>-</sup> N <sub>3</sub>	109,72	119,00						
W <sup>-</sup> N <sub>4</sub>	108,70	116,83						
W <sup>+</sup> N <sub>1</sub>	122,17	120,57						
W <sup>+</sup> N <sub>2</sub>	124,80	126,47						
W <sup>+</sup> N <sub>3</sub>	105,30	116,55						
W <sup>+</sup> N <sub>4</sub>	126,68	123,05						
Z N <sub>1</sub>	117,98	118,78	120,03	118,18	98,40	89,08	108,52	97,63
Z N <sub>2</sub>	126,23	118,10	120,63	126,60		92,80	109,20	100,85
Z N <sub>3</sub>	113,90	120,83	105,95	125,60	93,20	92,10	97,08	99,83
Z N <sub>4</sub>	122,18	117,75	114,55	126,80	87,65	95,40	108,42	100,55
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	122,63	111,28	124,55	114,70	105,15	84,80	108,77	104,38
G <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	113,10	124,00	107,30	116,48	100,18	101,78	106,65	101,24
G <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	101,68	117,35	164,25	128,25	89,70	94,83	106,86	101,50
G <sub>1</sub> N <sub>4</sub>	119,33	124,88	119,20	137,15	101,10	96,95	100,75	101,87
G <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	114,15	121,43	132,05	122,90	97,33	94,93	108,98	98,93
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	124,15	117,88	122,70	111,80	87,90	96,33	109,09	101,52
G <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	106,95	115,15	115,90	120,75	90,10	93,15	101,94	96,32
G <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	111,58	117,20	119,03	116,25	89,75	90,00	104,94	99,93
<i>Statistische toetsing</i>								
N <sub>L</sub>	--		--		--		2,2*	--
N <sub>Q</sub>	--		--		--		1,1	--
N <sub>L</sub> (pluk)	1,0		--		--			
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )	--		--		--			
N <sub>L</sub> (Z <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--		--		--		--	--
N <sub>L</sub> (G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	1,3		1,1		--		--	--

*Berekening* lijkt het optreden van spot te bevorderen. In 1959 was het verschil bijna statistisch betrouwbaar. Wat aan de conclusie doet twifelen is het feit dat ook in de volgende jaren de voormalig beregende veldjes meer spot gaven.

Tabel 32  
Percentage spot

	1959		1960		1963	1964
	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk		
Gemiddeld	2,72	11,01	0,34	1,09	0,43	5,77
<i>Effect van de behandelingen</i>						
$W^-$	2,05	8,56	0,23	0,59		
$W^+$	3,38	13,46	0,45	1,63		
Z	1,84	10,10	0,56	0,78	0,28	5,88
$G_1$	4,34	12,74	0,44	1,49	0,53	7,13
$G_2$	1,98	10,19	0,03	0,99	0,48	4,31
$Z W^-$	1,46	6,10	0,29	0,48		
$Z W^+$	2,23	14,10	0,83	1,09		
$G_1 W^-$	3,95	11,60	0,35	0,40		
$G_1 W^+$	4,73	13,88	0,53	2,58		
$G_2 W^-$	0,75	7,98	0,05	0,90		
$G_2 W^+$	3,20	12,40	0,00	1,10		
<i>Statistische toetsing</i>						
Pluktijd	5,5 <sup>++</sup>		2,3 <sup>(+)</sup>			
$W^- - W^+$	2,2 <sup>(+)</sup>		--			
$ZZ - G_1 - G_2$	--		--		--	--
$G_1 - G_2$	1,2		1,2		--	1,4
(pluk)( $ZZ - G_1 - G_2$ )	--		--			
( $W^- - W^+$ )( $ZZ - G_1 - G_2$ )	--		--			

*Bodembehandeling.* Spot kwam in bijna alle proefjaren meer voor op de veldjes met volledig gras dan op de veldjes met grasstrokencultuur of op de zwart gehouden veldjes. De verschillen waren echter statistisch niet betrouwbaar.

*Stikstofbemesting* had geen duidelijk effect op het optreden van spot. In 1960 was het percentage door spot aangetaste appels lager op de zwaar met stikstof bemeste veldjes (tabel 33).

De interactie tussen beregening en stikstofbemesting zou erop wijzen, dat op de onberegende veldjes spot afnam bij toenemende stikstofgift en op de beregende veldjes toenam. Deze wisselwerking was in 1959 statistisch betrouwbaar.

#### 9.4. Het percentage rot

De invloed van de behandelingen werd nagegaan op het percentage vruchten, aangetast door stek, rot en steelrot (tabel 34.)

Tabel 33  
Percentage spot

	1959		1960		1963	1964
	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk		
Gemiddeld	2,72	11,01	0,34	1,09	0,43	5,77
<i>Effect van de behandelingen</i>						
N <sub>1</sub>	2,46	12,84	0,73	1,28	0,22	4,32
N <sub>2</sub>	2,53	8,95	0,08	1,29	0,52	6,39
N <sub>3</sub>	2,63	10,12	0,07	1,55	0,44	8,23
N <sub>4</sub>	3,25	12,13	0,49	0,32	0,56	4,15
-----						
W <sup>-</sup> N <sub>1</sub>	2,38	15,62	0,65	1,70		
W <sup>-</sup> N <sub>2</sub>	1,95	3,98	0,15	0,07		
W <sup>-</sup> N <sub>3</sub>	3,08	9,00	0,00	0,60		
W <sup>-</sup> N <sub>4</sub>	3,80	5,63	0,12	0,00		
W <sup>+</sup> N <sub>1</sub>	2,53	10,07	0,80	0,85		
W <sup>+</sup> N <sub>2</sub>	3,12	13,92	0,00	2,52		
W <sup>+</sup> N <sub>3</sub>	2,18	11,23	0,13	2,98		
W <sup>+</sup> N <sub>4</sub>	5,70	18,62	0,87	0,63		
-----						
Z N <sub>1</sub>	1,35	7,90	0,83	0,23	0,65	4,25
Z N <sub>2</sub>	3,45	10,08	0,08	0,10	0,05	6,32
Z N <sub>3</sub>	1,08	12,55	0,10	2,25	0,40	8,95
Z N <sub>4</sub>	1,50	9,88	1,23	0,55	0,04	4,00
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	5,08	14,85	1,25	0,80	0,00	5,30
G <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	1,93	10,35	0,15	3,33	0,54	7,62
G <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	4,20	14,15	0,10	1,58	0,19	10,94
G <sub>1</sub> N <sub>4</sub>	6,15	11,60	0,25	0,25	1,42	4,67
G <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	0,95	15,78	0,10	2,80	0,00	3,42
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	2,23	6,43	0,90	0,45	0,97	5,25
G <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	2,63	3,65	0,00	0,10	0,72	4,80
G <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	2,10	14,90	0,00	0,15	0,24	3,79
-----						
<i>Statistische toetsing</i>						
N <sub>L</sub>	--		1,6		--	--
N <sub>L</sub> <sub>Q</sub>	1,2		--		--	1,6
-----						
N <sub>L</sub> (pluk)	--		--		--	--
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )	2,4 <sup>+</sup>		--		--	--
N <sub>L</sub> (Z <sub>1</sub> -G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--		1,6		1,1	--
N <sub>L</sub> (G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	1,1		--		--	--

*Pluktijd.* De late pluk had geen nadelige invloed op de kwaliteit, wat het optreden van rot betreft. In sommige jaren was de aantasting bij laat plukken zelfs geringer.

*Beregening.* In 1960 waren meer vruchten aangetast op de veldjes, welke in vorige jaren meerdere keren en in dat jaar maar één keer waren beregend.

*Bodembehandeling.* Vruchten, afkomstig van de zwart gehouden veldjes, hadden in 1959, 1960 en 1961 meer rot. In de eerst genoemde twee jaren was het verschil met de grasveldjes bijna statistisch betrouwbaar. In 1962 kwam de grasstroken-cultuur als ongunstig tevoorschijn.

Tabel 34  
Percentage rot (stek + rot + steelrot)

	1959		1960		1961		1962		1963	1964
	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk		
Gemiddelde	1,11	0,76	1,67	2,10	6,46	5,56	5,84	4,17	1,06	2,16
<i>Effect van de behandelingen</i>										
W <sup>-</sup>	1,56	0,60	1,50	1,58						
W <sup>+</sup>	0,67	0,93	1,85	2,67						
Z	1,99	0,90	2,46	2,57	8,68	6,21	3,40	4,55	1,06	2,21
G <sub>1</sub>	0,40	0,78	1,31	1,74	4,34	5,86	5,21	3,73	1,19	2,10
G <sub>2</sub>	0,95	0,61	1,25	1,99	6,04	4,45	7,69	4,23	0,93	2,19
Z W <sup>-</sup>	3,24	0,53	2,15	2,80						
Z W <sup>+</sup>	0,75	1,28	2,78	2,34						
G <sub>1</sub> W <sup>-</sup>	0,63	0,70	0,96	0,98						
G <sub>1</sub> W <sup>+</sup>	0,18	0,86	1,65	2,51						
G <sub>2</sub> W <sup>-</sup>	0,83	0,56	1,38	0,98						
G <sub>2</sub> W <sup>+</sup>	1,08	0,65	1,13	3,33						
<i>Statistische toetsing</i>										
pluktijd	--		1,4		1,1		1,1			
W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup>	--		1,8							
2Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>	2,0 <sup>(+)</sup>		2,2 <sup>(+)</sup>		1,4		1,1 <sup>(+)</sup>			
G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub>	--		--		--		2,1 <sup>(+)</sup>			
(pluk)(2Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	1,2		--		--		1,9 <sup>(+)</sup>			
(W <sup>-</sup> -W <sup>+</sup> )(2Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	--		1,4							

*Interactie tussen pluktijd en bodembehandeling:* In de eerste jaren was het percentage rot vooral gering in de eerste pluk op de grasveldjes. In 1962 ligt de zaak echter juist andersom: minder rot in de eerste pluk op de zwart gehouden veldjes en in de tweede pluk op de grasveldjes (bijna statistisch betrouwbaar).

*Stikstofbemesting.* Hoewel in sommige jaren betrouwbare verschillen in het percentage rot voorkomen al naar de stikstofgift, is er over de jaren geen algemene lijn te zien in de invloed van de stikstofbemesting (tabel 35). In 1960 kwam het meeste rot voor bij de tweede gift van 100 kg zuivere stikstof per ha. In 1961 liep het percentage rot hoog op bij de hoogste stikstofgift van 250 kg N per ha.

Een *interactie tussen bodembehandeling en stikstofbemesting* trad in het eerste proefjaar 1959 op. Het percentage rot nam in de vruchten van de zwart gehouden veldjes af met toenemende stikstofgift, terwijl het rot in de vruchten van de grasveldjes door de stikstof toenam. In 1961 was het rot vooral op de zwart gehouden veldjes gestimuleerd door de zwaarste stikstofgift.





## 9.5. Het percentage zacht

*Pluktijd.* Bij de latere pluk was het optreden van zacht minder ernstig, het verschil met de vroegere pluk was echter niet statistisch betrouwbaar (tabel 36).

Tabel 36  
Percentage zacht

	1959		1960		1961		1962		1963	1964
	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk		
Gemiddelde	1,20	1,19	0,30	0,19	5,60	2,04	1,79	1,24	2,55	0,39
<i>Effect van de behandelingen</i>										
$W^-$	0,73	1,41	0,18	0,06						
$W^+$	1,68	0,98	0,42	0,33						
$Z W^-$	3,21	1,43	0,89	0,27	5,93	4,70	0,38	1,20	2,77	0,92
$G_1$	0,22	1,00	0,00	0,18	5,21	0,82	4,04	0,82	2,48	0,14
$G_2$	0,19	1,15	0,00	0,12	5,63	0,35	0,23	1,71	2,40	0,13
$Z W^-$	1,54	1,23	0,54	0,13						
$Z W^+$	4,88	1,64	1,25	0,41						
$G_1 W^-$	0,44	1,80	0,00	0,00						
$G_1 W^+$	0,00	0,20	0,00	0,35						
$G_2 W^-$	0,23	1,20	0,00	0,06						
$G_2 W^+$	0,15	1,10	0,00	0,20						
<i>Statistische toetsing</i>										
pluktijd	--		--		1,4		--			
$W^- - W^+$	--		1,1		--					
$2Z - G_1 - G_2$	2,8 <sup>+</sup>		2,5 <sup>(+)</sup>		1,7		--	--	1,4	
$G_1 - G_2$	--		--		--		1,1	--	--	
$(pluk)(2Z - G_1 - G_2)$	2,3 <sup>(+)</sup>		2,1 <sup>(+)</sup>		--		--	--	1,4	
$(W^- - W^+)(2Z - G_1 - G_2)$	2,1 <sup>(+)</sup>		--		--					

*Berekening.* In 1959, waarin behoorlijk berekend werd, kwam wat meer zacht voor in de beregende appels. Het verschil is echter nauwelijks waard genoemd te worden en zeker niet statistisch betrouwbaar.

*Bodembehandeling.* Zacht trad het meest op in vruchten, afkomstig van de zwart gehouden veldjes. De gegevens van 1962 vormen hierop een uitzondering. Het effect was in 1959 statistisch betrouwbaar en in 1960 bijna statistisch betrouwbaar. De grasstrokcultuur bleef gunstig.

De *interactie tussen pluktijd en bodembehandeling* was in 1959 en 1960 bijna statistisch betrouwbaar en hield in, dat het zacht vooral optrad in vroeg geplukte vruchten van zwart gehouden veldjes. Dat zacht meer optrad in vroeg geplukte vruchten, wijst erop dat hier lage-temperatuurbe-derf doorheen speelt, ondanks de genomen voorzorgsmaatregelen (Pouwer en Keuken, 1965).

*Beregening* bevorderde het optreden van zacht in vruchten van de *zwart gehouden* veldjes, maar had eerder een gunstig effect op de kwaliteit van de vruchten, afkomstig van de veldjes met gras. Deze *interactie*, voorkomend in 1959, was bijna statistisch betrouwbaar.

*Stikstofbemesting*. Over de jaren was er geen duidelijke lijn tussen het optreden van zacht en de stikstofbemesting (tabel 37). In 1961, het jaar met het meeste zacht, was het percentage zacht het hoogst voor de derde gift van 175 kg N per ha, en wel 7,4%. Voor de zwaarste bemesting was daarentegen het percentage zacht het laagst. In 1963 nam het percentage zacht statistisch betrouwbaar af met de stikstofbemesting, terwijl het percentage zacht bij de zwaarste gift weer iets hoger was. Een dergelijk verloop kwam ook voor in 1962.

Tabel 37  
Percentage zacht

	1959		1960		1961		1962		1963	1964
	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk		
Gemiddeld	1,20	1,19	0,30	0,19	5,60	2,04	1,79	1,24	2,55	0,39
<i>Effect van de behandelingen</i>										
N <sub>1</sub>	0,70	1,04	0,33	0,06	4,18	3,03	4,16	1,28	4,73	0,19
N <sub>2</sub>	0,44	1,40	0,78	0,31	5,14	0,25	0,45	0,51	2,20	0,16
N <sub>3</sub>	0,82	1,90	0,00	0,30	9,88	5,04	0,17	1,34	1,39	0,13
N <sub>4</sub>	2,86	0,43	0,08	0,12	3,07	0,70	1,04	1,83	1,89	1,10
W <sup>-</sup> N <sub>1</sub>	0,27	0,30	0,67	0,00						
W <sup>-</sup> N <sub>2</sub>	0,88	2,25	0,05	0,00						
W <sup>-</sup> N <sub>3</sub>	1,58	2,65	0,00	0,17						
W <sup>-</sup> N <sub>4</sub>	0,20	0,43	0,00	0,08						
W <sup>+</sup> N <sub>1</sub>	1,13	1,78	0,00	0,12						
W <sup>+</sup> N <sub>2</sub>	0,00	0,55	1,50	0,62						
W <sup>+</sup> N <sub>3</sub>	0,05	1,15	0,00	0,50						
W <sup>+</sup> N <sub>4</sub>	5,52	0,43	0,17	0,15						
Z N <sub>1</sub>	2,10	1,28	1,00	0,18	9,08	6,55	0,50	0,15	8,04	0,07
Z N <sub>2</sub>	0,93	1,15	2,33	0,08	5,70	0,35		0,00	0,95	0,24
Z N <sub>3</sub>	1,70	2,75	0,00	0,75	8,28	18,40	0,00	2,50	0,93	0,29
Z N <sub>4</sub>	3,20	0,55	0,25	0,08	0,65	0,35	0,65	2,15	1,16	3,09
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	0,00	0,15	0,00	0,00	0,53	0,33	10,15	0,10	3,87	0,29
G <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	0,20	0,93	0,00	0,70	3,10	0,28	0,68	0,00	1,24	0,15
G <sub>1</sub> N <sub>3</sub>	0,68	2,33	0,00	0,00	12,20	1,05	0,50	0,08	1,74	0,02
G <sub>1</sub> N <sub>4</sub>	0,00	0,60	0,00	0,00	3,98	1,75	2,10	3,10	3,08	0,10
G <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	0,00	1,70	0,00	0,00	2,95	1,40	0,00	3,60	2,30	0,23
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	0,30	2,13	0,00	0,15	6,05	0,00	0,00	1,53	4,40	0,09
G <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	0,08	0,63	0,00	0,00	9,15	0,35	0,00	1,45	1,50	0,09
G <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	0,38	0,15	0,00	0,28	4,58	0,00	0,70	0,25	1,42	0,12

*Statistische toetsing*

N <sub>L</sub>	--	1,1	--	1,2(+)	2,2 <sup>+</sup>	1,1
N <sub>L</sub>	--	--	1,7	1,9	1,1	--
N <sub>L</sub> (pLuk)	1,3	1,4	--	1,4	--	--
N <sub>L</sub> (W <sup>-</sup> -W)	--	--	--	--	--	--
N <sub>L</sub> (2Z-G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> )	1,2	1,6	--	--	1,8(+)	2,0 <sup>+</sup>
N <sub>L</sub> (G <sub>1</sub> -G <sub>2</sub> ) <sup>2</sup>	--	--	--	--	--	--

## 9.6. Het percentage gave appels

Het percentage gave appels aan het einde van de koelperiode was vrij hoog, althans te hoog om veel van het bestuderen van het effect van de behandelingen te verwachten. Nadat eerst de afzonderlijke kwaliteitsafwijkingen zijn besproken met het effect van de behandelingen daarop, geven tabel 38 en 39 nu de invloed van de behandelingen weer op de resultante van de voorgaande kwaliteitseigenschappen: het percentage gave appels.

Tabel 38  
Percentage gave appels

	1959		1960		1961		1962		1963	1964
	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk		
Gemiddeld	94,96	87,03	97,68	96,61	87,93	92,40	92,56	94,59	94,95	91,66
<i>Effect van de behandelingen</i>										
W <sup>-</sup>	95,65	89,43	98,09	97,76						
W <sup>+</sup>	94,28	84,63	97,27	95,35						
Z	92,97	87,57	96,08	96,38	85,39	89,09	96,18	94,28	95,08	91,01
G <sub>1</sub>	95,04	85,46	98,24	96,59	90,43	92,31	90,75	95,47	94,97	90,62
G <sub>2</sub>	96,88	88,05	98,73	96,91	88,33	95,20	92,06	94,04	94,80	93,36
Z W <sup>-</sup>	93,76	92,15	97,03	96,60						
Z W <sup>+</sup>	92,18	82,99	95,13	96,15						
G <sub>1</sub> W <sup>-</sup>	94,99	85,88	98,68	98,63						
G <sub>1</sub> W <sup>+</sup>	95,10	85,05	97,80	94,55						
G <sub>2</sub> W <sup>-</sup>	98,20	90,25	98,58	98,06						
G <sub>2</sub> W <sup>+</sup>	95,55	85,85	98,88	95,37						

*Pluktijd.* Late pluk gaf soms een lager percentage gave appels, zoals in 1959 na de warme zomer en ook enigszins in 1960, en soms een hoger percentage zoals in 1961 en 1962.

*Beregening* gaf een geringe verlaging van het percentage gave appels te zien.

*Bodembehandeling.* In de eerste drie proefjaren waren de vroeg geplukte appels van de zwart gehouden veldjes minder in kwaliteit.

De *interactie tussen beregening en bodembehandeling* geeft een aanwijzing dat de beregening in 1959 in het bijzonder de kwaliteit van de laat geplukte appels op de zwart gehouden veldjes heeft benadeeld.

*Stikstofbemesting.* De bewaarkwaliteit van de vruchten werd niet duidelijk beïnvloed door de stikstofbemesting. Wel is het zo dat bij de zwaarste gift van 250 kg N per ha in de proefjaren nooit het hoogste percentage gave appels werd gevonden. Dit was wel het geval voor de laagste gift van 25 kg N per ha. Daar kwam het hoogste percentage vier keer voor op de tien (proefjaren en pluktijden). Bij het geven van rangordecijfers per jaar kwam de gift van 175 kg N per ha als hoogste naar voren.

Tabel 39  
Percentage gawe appels

	1959		1960		1961		1962		1963	1964
	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk	1e pluk	2e pluk		
Gemiddeld	94,96	87,03	97,68	96,61	87,93	92,40	92,36	94,59	94,95	91,66
<i>Effect van de behandelingen</i>										
N <sub>1</sub>	94,98	85,53	97,90	97,56	89,05	93,46	91,04	95,50	92,54	93,78
N <sub>2</sub>	95,85	88,67	96,39	95,28	88,35	94,34	93,70	94,61	94,86	91,24
N <sub>3</sub>	95,89	87,34	98,69	96,06	87,27	91,29	94,90	94,88	96,45	89,72
N <sub>4</sub>	93,13	86,58	97,73	97,46	87,19	90,63	91,10	93,38	95,95	91,90
W <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	94,18	83,63	97,40	97,63						
W <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	95,95	93,10	96,67	97,58						
W <sub>3</sub> N <sub>3</sub>	94,77	87,62	99,52	97,33						
W <sub>4</sub> N <sub>4</sub>	97,70	93,35	98,78	98,50						
W <sub>1</sub> <sup>+</sup> N <sub>1</sub>	95,77	87,42	98,40	97,48						
W <sub>2</sub> <sup>+</sup> N <sub>2</sub>	95,75	84,23	96,12	92,97						
W <sub>3</sub> <sup>+</sup> N <sub>3</sub>	97,02	87,07	97,87	94,15						
W <sub>4</sub> <sup>+</sup> N <sub>4</sub>	88,57	79,80	96,58	96,42						
Z N <sub>1</sub>	91,80	89,85	96,78	98,53	83,50	89,80	96,20	96,73	88,67	94,25
Z N <sub>2</sub>	94,23	87,48	92,55	95,98	86,18	95,80		94,90	97,25	91,87
Z N <sub>3</sub>	96,28	84,13	98,55	93,73	87,95	76,00	97,10	94,35	97,10	88,80
Z N <sub>4</sub>	89,58	88,83	96,43	97,28	83,95	88,20	95,25	91,13	97,31	89,10
G <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	94,93	84,78	98,18	98,05	93,35	97,05	84,35	97,35	93,19	92,52
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	97,20	87,93	98,45	93,78	94,35	92,35	95,95	95,95	96,10	89,60
G <sub>3</sub> N <sub>3</sub>	94,73	82,63	98,63	97,23	85,15	93,85	96,10	96,35	96,61	87,53
G <sub>4</sub> N <sub>4</sub>	93,33	86,53	97,70	97,30	90,83	90,25	87,80	92,23	93,97	92,85
G <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	98,20	81,95	98,75	96,10	90,30	93,60	95,15	92,43	95,75	94,59
G <sub>2</sub> N <sub>2</sub>	96,13	90,60	98,18	96,08	86,70	95,40	89,20	92,98	91,22	92,25
G <sub>2</sub> N <sub>3</sub>	96,68	95,28	98,90	93,40	88,70	97,65	91,50	93,95	95,65	92,84
G <sub>2</sub> N <sub>4</sub>	96,50	84,38	99,08	97,80	86,60	93,45	90,68	96,80	96,57	93,75

## 10. SAMENVATTING

In 1955 werd een bodembehandelingsproef aangelegd in een boomgaard met Jonathan M VII op lichte rivierklei te Beuningen (een overslag - op stroomruggrond of ooivaaggrond). Doel van de proef was de invloed van gras ten opzichte van zwart houden te leren kennen op de groei en produktie van de boom in afhankelijkheid van de stikstof- en watervoorziening.

In de proef waren de volgende factoren betrokken: zwart houden van de grond en gras, op twee wijzen behandeld: kort en lang maaien en in 1959 omgezet in grasstrokencultuur en volvelds gras; beregening (tot 1961) en vier stikstofbemestingstrappen.

Door de beregening over het gewas van het ijzerhoudende water werd schade toegebracht aan de kwaliteit van de vruchten. Daardoor was laat beregenen in het seizoen, na half juli, uitgesloten.

Door het voortdurend zwart houden van de grond ging al spoedig de structuur van de grond achteruit. De grond klonk in, er werd een hoogteverschil van 5 cm gevonden met de grasveldjes. De daling van het poriënvolume ging echter niet verder dan in de bovenste 10 cm. Een groot verschil werd gevonden in de dichtheid van de wormenpopulatie tussen zwart en gras. Het aantal bioporiën in de laag van 0-10 cm was op de grasperceeltjes duidelijk groter. Op de zwart gehouden veldjes, ontstaan door scheuren van de grasmat, ging het percentage organische stof in de laag van 0-20 cm 0,1% per jaar achteruit, en werd 180 kg N per ha minder gebonden. In het begin van het groeiseizoen was in de laag van 0-40 cm op de zwart gehouden perceeltjes 40-70 kg in water oplosbare stikstof per ha meer aanwezig dan op de grasveldjes. Later in het seizoen was het verschil aan in water oplosbare stikstof gemiddeld 25 kg per ha.

In de eerste twee proefjaren was de bladkleur van de bomen op zwart aanzienlijk donkerder en de groei veel sterker dan op gras. In de volgende jaren nam het verschil in bladkleur af. In 1963 werd de bladkleur van de bomen op de zwart gehouden veldjes als minder goed gekwalificeerd, o.a. als gevolg van het steeds sterker optreden van ijzergebrek door de verslemping van de bovengrond. Na het derde proefjaar vertoonde de groei van de bomen op de zwart gehouden veldjes een geleidelijke achteruitgang in vergelijking met de bomen op de veldjes met gras. Aan het einde van de proef in 1964 was de uiteindelijke grootte van de boom op zwart kleiner dan op gras door vermindering van de groei, ijzergebrek, en af en toe afsterven van de takken door kanker. Op gras reageerde de bladkleur de eerste jaren sterk op de toenemende stikstofvoorziening. De uit praktijkoogpunt wenselijk geachte bladkleur, die wel op de zwart gehouden veldjes aanwezig was, werd niet bereikt. Minstens 150 kg N per ha zouden meer aanwezig geweest moeten zijn om het verschil weg te werken. In de laatste proefjaren was het effect van de stikstofbemesting op de bladkleur sterk afgevlakt, en de verschillen waren statistisch niet betrouwbaar meer.

Het stikstofgehalte van het blad aan de basis van het langlot werd niet betrouwbaar beïnvloed door de berekening, maar was duidelijk hoger op de zwart gehouden veldjes, vooral in de eerste proefjaren. In de latere jaren was het stikstofanalysecijfer op de grasveldjes minder laag, hetgeen wijst op een verminderde concurrentiekracht van het gras. Het vaak maaien leidde niet tot een verhoging van het stikstofgehalte van het blad, de invoering van de grasstrokencultuur gaf onmiddellijk een stijging van het stikstofgehalte. Op de grasveldjes was de reactie van het stikstofgehalte op de stikstofbemesting veel scherper, maar voor volvelds gras werd nooit het stikstofniveau in het blad van de zwart gehouden veldjes bereikt. In de eerste jaren reageerde het stikstofgehalte op zwart niet duidelijk op de bemesting.

Door de bemesting met kalkammonsalpeter daalden de gehalten in het appelblad aan fosfaat en kalium en ook min of meer aan calcium, terwijl het gehalte aan magnesium steeg. Op de zwart gehouden veldjes was het gehalte in het blad aan fosfaat en calcium lager en aan kalium hoger dan op de grasveldjes.

In 1959 werd de opbrengst door berekening met 14% verhoogd op de zwart gehouden veldjes en met 28% op de volvelds grasperceeltjes. Andere jaren was het effect veel geringer, zodat uiteindelijk de eerste zes jaren door berekening gemiddeld maar 4,3% opbrengststijging bereikt werd. Het zwart maken van de grond had een opbrengststijging ten gevolge: 41 kg per boom werd geoogst in 1956 tot en met 1958 tegenover 28 kg per boom op volvelds gras. Vanaf 1959 steekt zwart er niet meer bovengit en vanaf 1961 lag de opbrengst op zwart lager. In de eerste drie proefjaren steeg de opbrengst op de grasveldjes onder invloed van de stikstofbemesting. Een gift van 175 kg N per ha was optimaal. Vanaf 1959 had de stikstof geen positief effect op de opbrengst meer en was de laagste gift van 25 kg N per ha voldoende.

De stijging in het stikstofgehalte van het appelblad door de stikstofbemesting was afhankelijk van het stikstofniveau: in het traject van 2,0-2,3% N was de stijging gemiddeld 0,07 per 100 kg N. Naarmate het gehalte hoger was dan 2,3% N, was de toename door de stikstofbemesting geringer. Bij een gehalte van 2,6% trad op dit proefveld met Jonathan op M VII praktisch geen reactie in het stikstofgehalte van het blad meer op. De stijging was geringer in droge of natte zomers. Berekening versterkte het effect van de stikstofbemesting op het stikstofgehalte van het appelblad.

De daling in het kaliumgehalte van het blad door de stikstofbemesting was op de grasveldjes scherper en sterker. Dit wijst op een concurrentie van het gras om de stikstof, terwijl door het uitdrogen van de bovenlaag de beschikbaarheid van de kali voor de vruchtboom verlaagd wordt. Door berekening werd de beschikbaarheid van de bodemkali weer verhoogd.

De verschillen in opbrengst van de eerste jaren zijn voor een groot deel toe te schrijven aan verschillen in stikstofaanbod onder invloed van bodembehandeling of bemesting. In de latere jaren met stikstofgehalten boven 2,25% N werd het opbrengstniveau door stikstof niet meer of maar in geringe mate beïnvloed. Ook in de bladkleur kwamen toen geen duidelijke verschillen onder invloed van de bemesting voor.

Het stikstofgehalte van het blad in augustus vertoonde een samenhang met de hoeveelheid in water oplosbare stikstof, eind juni-begin juli aanwezig in de laag van 0-40 cm. Bij een hoeveelheid van 30 kg N per ha was het gehalte van het blad gemiddeld 2,35%, een gehalte waarboven de opbrengst niet duidelijk meer steeg. Boven een hoeveelheid van 120 kg N kwam geen stijging in het stikstofgehalte in het blad meer voor.

De bewaarkwaliteit van het fruit werd niet duidelijk beïnvloed door de behandelingen. In de onderzochte jaren 1959 tot en met 1964 ging een hogere opbrengst gepaard met een lager vruchtgewicht, en met het optreden van minder ziekten. Het percentage rot was enige jaren duidelijk gecorreleerd met het optreden van zacht. Spot hing niet duidelijk samen met rot en zacht. De eerste ziekte kwam vooral voor na een droge augustusmaand, de laatste twee na een hoge regenval in augustus en september.

Het laat gekozen pluktijdstip leidde soms tot grotere appels dan het vroeg gekozen tijdstip, maar soms ook niet. Door de beregening in 1959 werden grotere vruchten geoogst, vooral op de grasveldjes. In de laatste proefjaren waren de vruchten groter op de veldjes met volvelds gras, terwijl daar ook de opbrengst iets hoger lag.

Spot kwam meer voor in laat geplukte appels en werd bevorderd door beregening. Op de onberegende veldjes in 1959 nam spot af door de stikstof en op de beregende veldjes toe.

Vruchten afkomstig van de zwart gehouden veldjes, hadden in 1959, 1960 en 1961 meer rot. In 1962 kwam de grasstrokencultuur als ongunstig tevoorschijn. In 1959 nam het percentage rot af in de vruchten van de zwart gehouden veldjes met toenemende stikstofgift, terwijl het rot in de vruchten van gras door de stikstof toenam.

Zacht, als Jonathanbederf, maar ook gedeeltelijk als lage-temperatuurbederf, kwam minder voor in de laat geplukte appels. Zacht trad in 1959 en 1960 vooral op in vroeg geplukte vruchten van zwart gehouden veldjes. Beregening in 1959 bevorderde het optreden van zacht in vruchten van de zwart gehouden veldjes, maar had eerder een gunstig effect op de kwaliteit van de vruchten, afkomstig van de veldjes met gras.

## 11. SUMMARY

*Influence of irrigation and nitrogen on growth and yield of the apple Jonathan, grown in clean-cultivated and grassed orchards: A ten-year experiment on soil management on river clay*

In 1955, a long-term field experiment was laid out on light river clay in an orchard with Jonathan M VII. The purpose of the study was to evaluate the nitrogen and water supply of the trees in competition with grass. Treatments included (a) clean cultivation and grass, which was mown at different time intervals; (b) irrigation; and (c) four nitrogen levels.

Sprinkler irrigation of the trees had a negative effect on fruitquality due the high iron content of the water. Irrigation in late-season was therefore discontinued after 1960.

Continuous clean cultivation led to deterioration of soil structure in the first 10 cm of soil and to soil compaction, a decrease in earth worm population, and a decrease in soil organic matter content. In the 0-40 cm layer the water-soluble nitrogen content was higher under clean cultivation than under grass. In the beginning of the growing season the difference was 40-70 kg N per ha, later decreasing to about 25 kg.

In the first two experimental years leaf colour was darker and growth stronger under clean cultivation than under grass. In later years this difference became smaller. In the ninth experimental year leaf colour under clean cultivation was rated as poorer due to iron deficiency resulting from soil structure deterioration. The trees under grass then showed a more favourable growth. Leaf nitrogen content was clearly higher in the plots without grass, especially during the first years. Later the leaf nitrogen content of the trees under grass was somewhat higher indicating a decreased competition of the grass for nitrogen.

Frequent mowing did not increase the nitrogen content, but introduction of grass strip culture - i.e. grass between the tree rows and clean cultivated soil under the tree - immediately gave an increase in nitrogen content.

In the fourth experimental year - the extremely dry year 1959 - irrigation increased crop yield by 14% on the plots without grass and by 28% on those with grass. In the other years the effect was much lower, so that on the average the increase in crop yield as a result of irrigation was only 4,3%. Clean cultivation increased yields: in 1956-1958 total yield was 41 kg per tree under clean cultivation and 28 kg under grass. In 1959 the yield from the trees under clean cultivation ceased to be superior and by 1961 the yield on plots without grass was lower than for the grass plots. In the first three experimental years dressing with nitrogen increased yields on the grass plots. An application of 175 kg N per ha was optimum. After 1959 nitrogen had no positive effect on yield and the lowest nitrogen level of 25 kg N per ha was sufficient.



The differences in yield during the first years could be ascribed largely to differences in nitrogen supply under influence of soil treatment or nitrogen dressing. In the following years, when leaf nitrogen contents were above 2,25% N, crop yield was no longer affected by nitrogen or only to a limited extent.

The keeping quality of the fruit was not consistently and significantly influenced by the treatments. In years with a high crop yield, fruit weight was lower and the incidence of diseases less frequent. In 1959 "Jonathan spot" was increased by irrigation and by nitrogen application on the irrigated plots. Rot in apples was higher on the clean-cultivated plots in 1959, 1960 and 1961. Late-picked apples showed less Jonathan breakdown. This disease appeared in 1959 and 1960 especially in early-picked fruits from clean-cultivated plots.

## 11. LITERATUUR

- Boon, J. van der. Stikstofbemesting en groeiremming van appelonderstammen door droogte. Stikstof no. 56 (1967): 373-380.
- Boon, J. van der, and A. Pouwer. The effect of nitrogen fertilisation and certain other factors on the chemical composition of apple leaf. Neth. J. agric.Sci. 8 (1960): 317-327.
- Boon, J. van der, A. Pouwer and N.M. de Vos. Nitrogen dressing in orchards with a grass sward. Proc. 16th int. hort. Congr., 1962, 3(1963): 151-157.
- Boon, J. van der, A. Das and A. Pouwer. Het gewenste tijdstip van de stikstofbemesting voor een boomgaard op rivierklei. Stikstof no. 55 (1967): 340-350.
- Butijn, J. Bodembehandeling in de fruitteelt. Diss. Landbouwhogeschool Wageningen, 1961, 403 pp.
- Keyer, E.J. en H.P. Dijksterhuis. De invloed van enkele uitwendige omstandigheden op het gedrag van appelbomen. Ned. Fruittelers Org., z.j., 28 pp.
- Pouwer, A. De stikstofbemesting in grasboomgaarden. Meded. Dir. Tuinb. 23 (1960): 376-383.
- Pouwer, A. en W. Keuken. Gewasonderzoek en het bewaaradvies. Fruitteelt 55 (1965): 356-358.
- Rhee, J.A. van, en S. Nathans. Waarnemingen bij regenwormpopulaties in boomgaarden. Meded. Dir. Tuinb. 24 (1961): 234-240.
- Slager, S. Morphological studies of some cultivated soils. Agric. Res. Rep. (Wageningen) 670 (1966): 144 pp.

Fig.1 Grondwaterstandsmetingen in 1957 op drie plaatsen

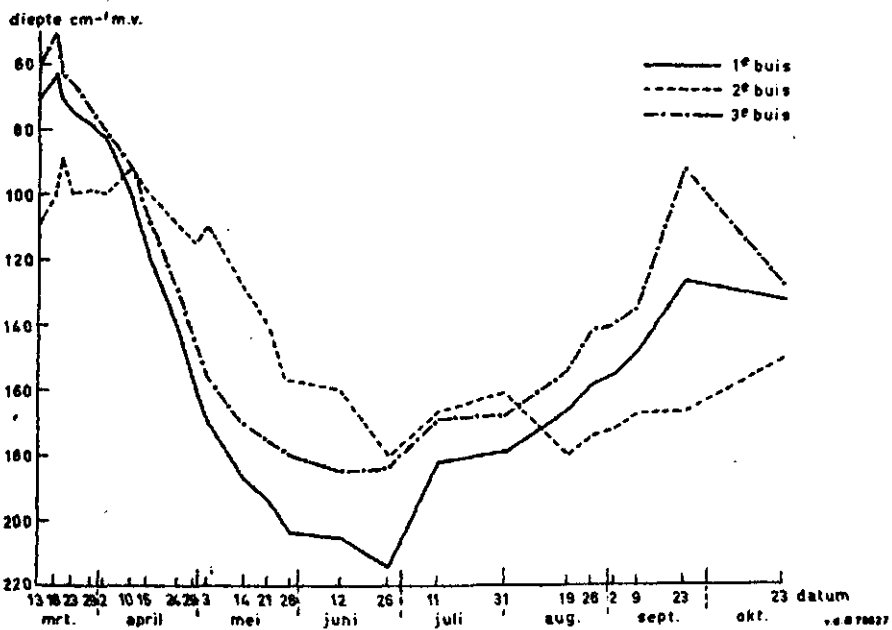


Fig.2 Vochtgehalten in zwart, beregend en onberegend op drie diepten in 1957

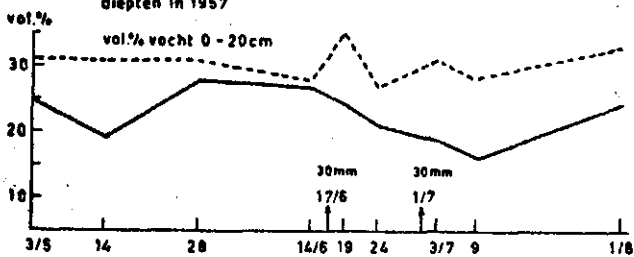
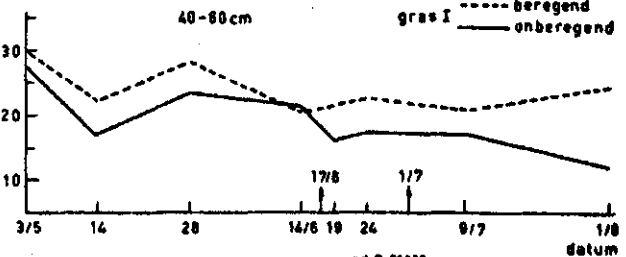
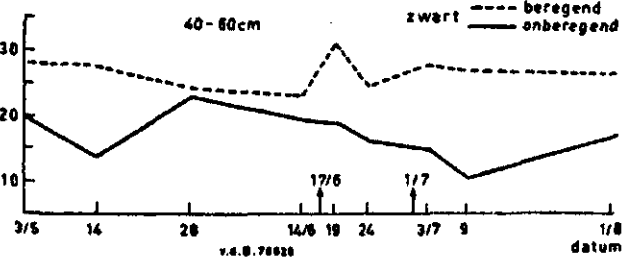
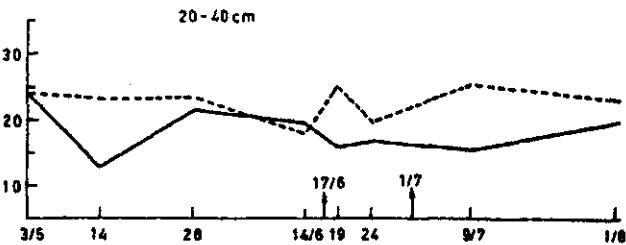
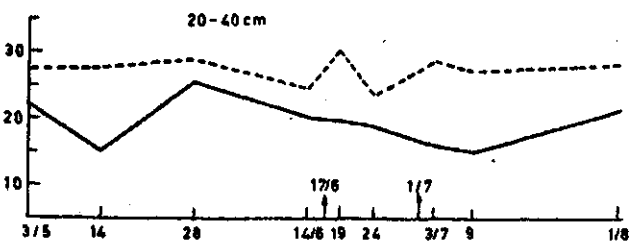
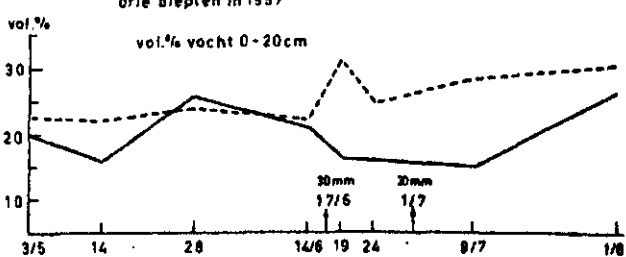


Fig.3 Vochtgehalten in volveldsgras, beregend en onberegend op drie diepten in 1957



v.d.B. 70020

v.d.B. 70020

Fig. 4 Vochtgehalte in gras en zwart zonder berekening in 1959

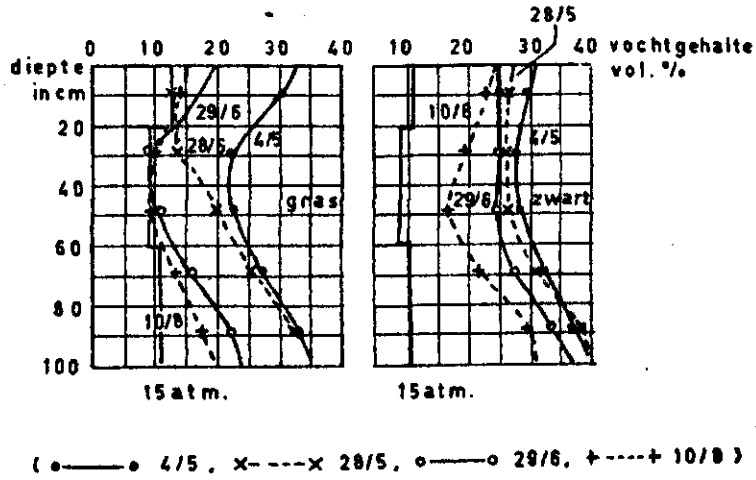


Fig. 5a Poriënverdeling van diverse lagen in de grond onder invloed van zwart en gras. Waarnemingen in 1961, 1964 en 1968

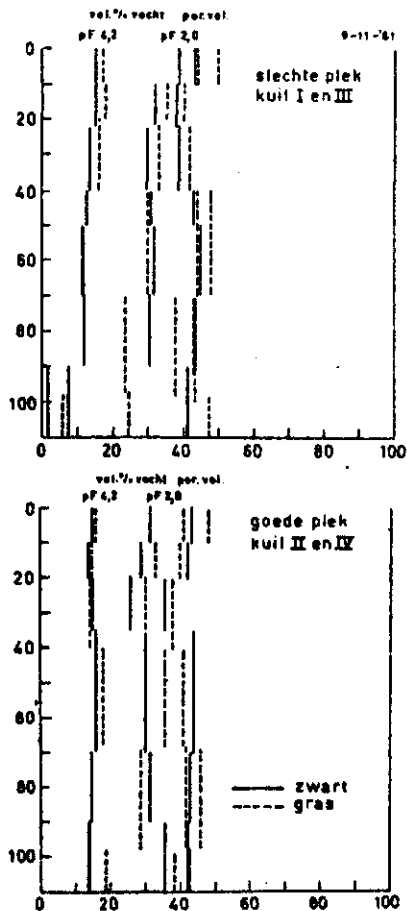


Fig. 5 b

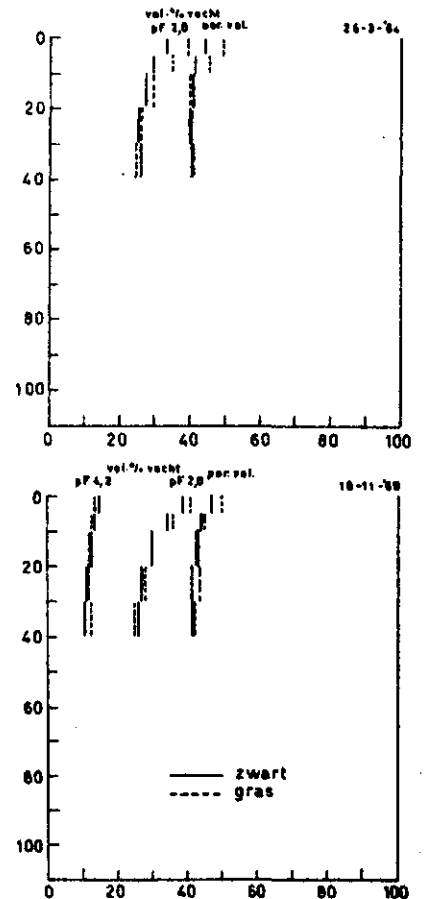


Fig. 6 Invloed van regenval na bemesting (en van andere factoren) op in water oplosbare stikstof in de laag van 0 - 40 cm (gegevens van droge zomer 1959 niet opgenomen)

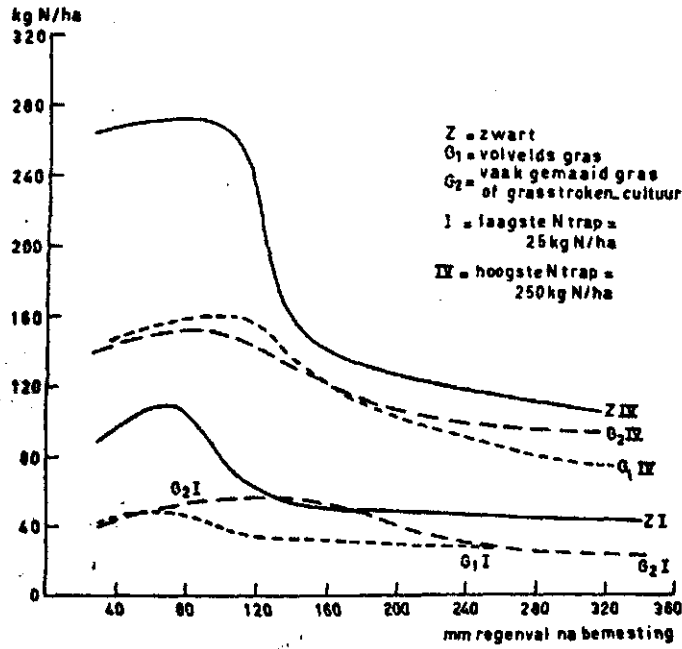


Fig. 7 Reactie van bladkleur op water resp. bodembehandeling en stikstoftrappen (1-4).

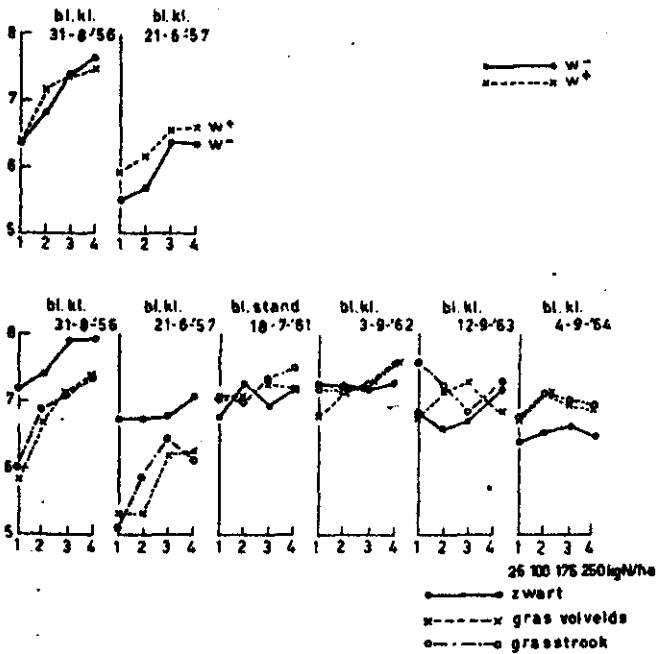


Fig. 8 Invloed van beregening, stikstof en bodembehandeling op N-% van het blad

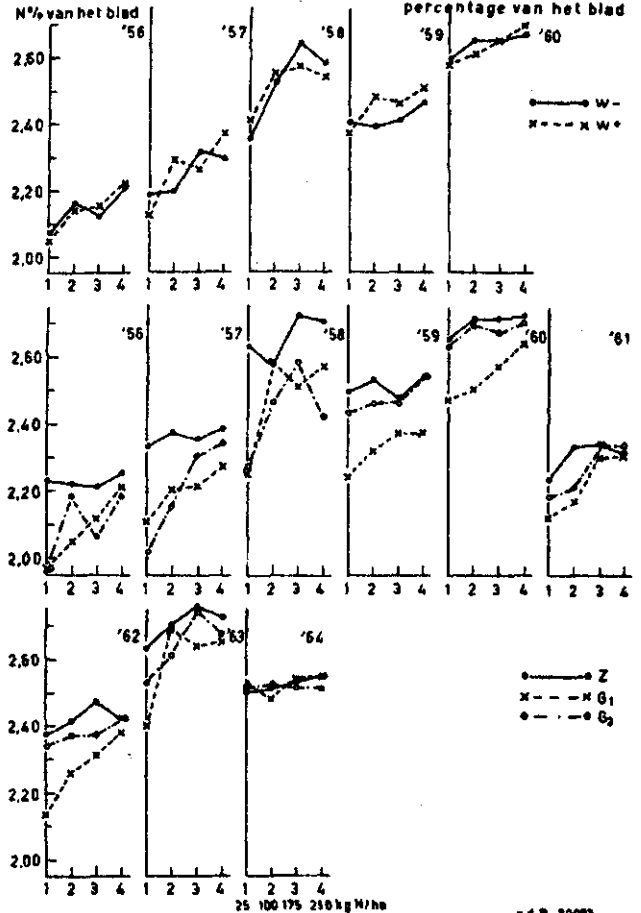


Fig. 9 Invloed van beregning, stikstof en bodembehandeling op  $P_2O_5$ -percentage van het blad

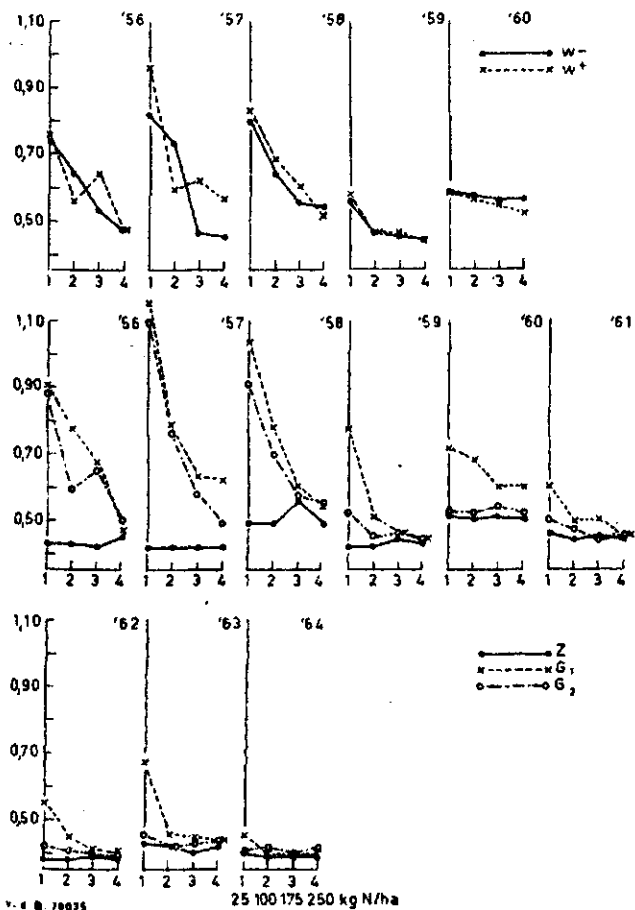


Fig. 10 Invloed van beregning, stikstof en bodembehandeling op  $K_2O$ -percentage van het blad

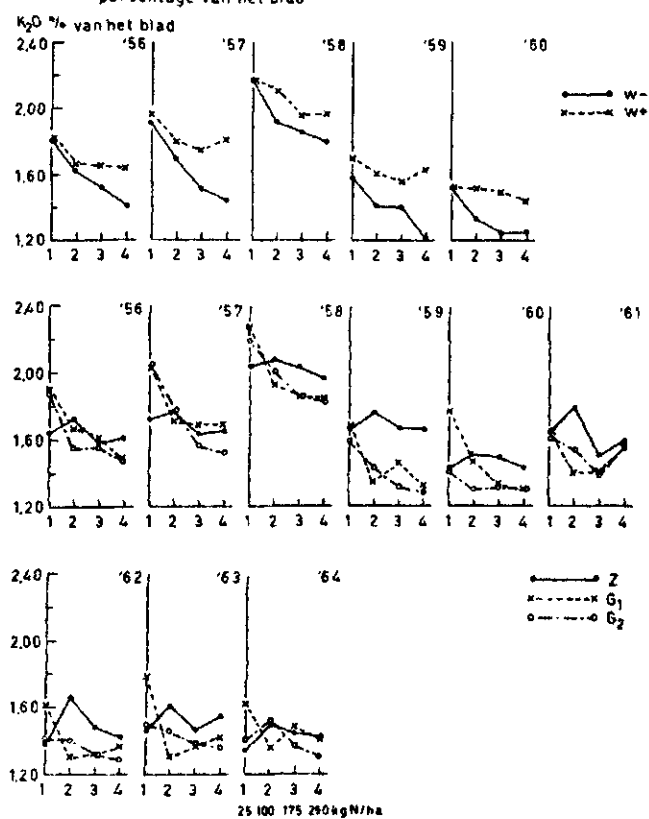


Fig. 11 Invloed van beregning, stikstof en bodembehandeling op  $MgO$ -percentage van het blad

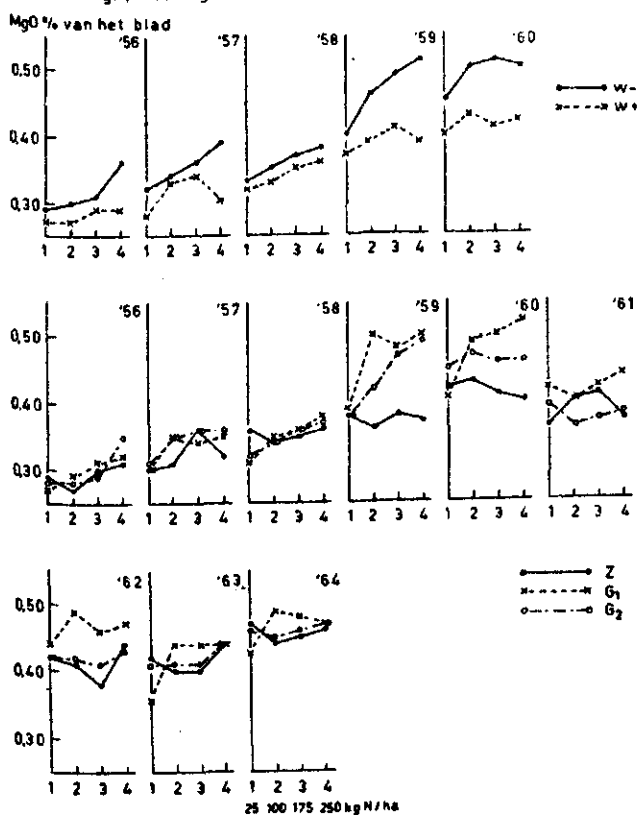


Fig. 12 Invloed van beregning, stikstof en bodembehandeling op  $CaO$ -percentage in het blad

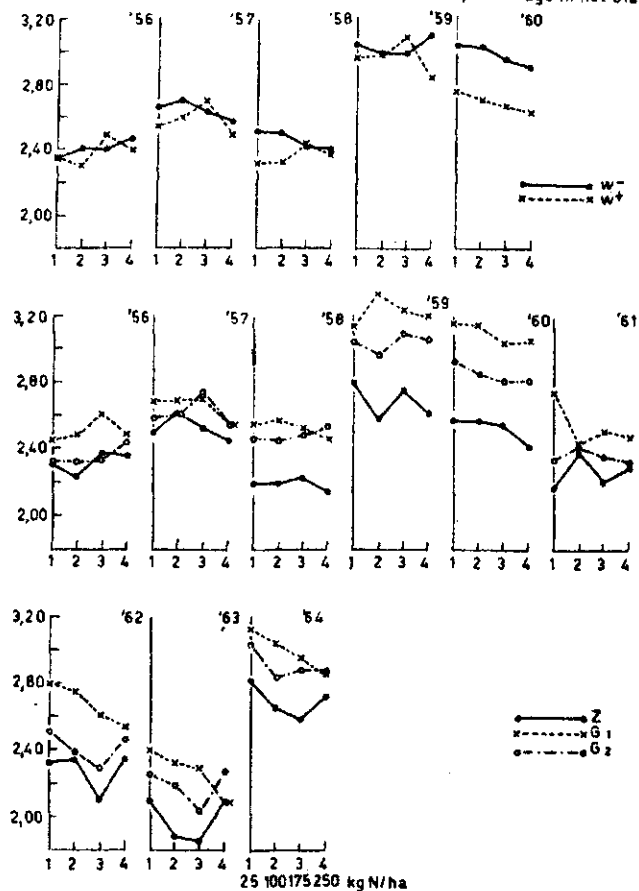


Fig. 13 Invloed van beregening, stikstof en bodembehandeling op stamomtrek en krooninhoud.

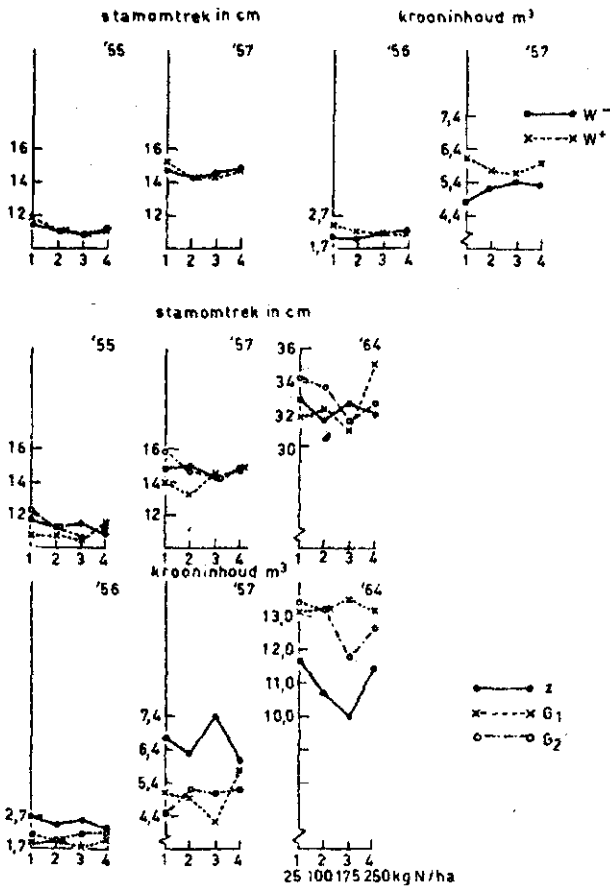


Fig. 14 Invloed van beregening, stikstof en bodembehandeling op de opbrengst, uitgedrukt in %/ van jaargemiddelden.

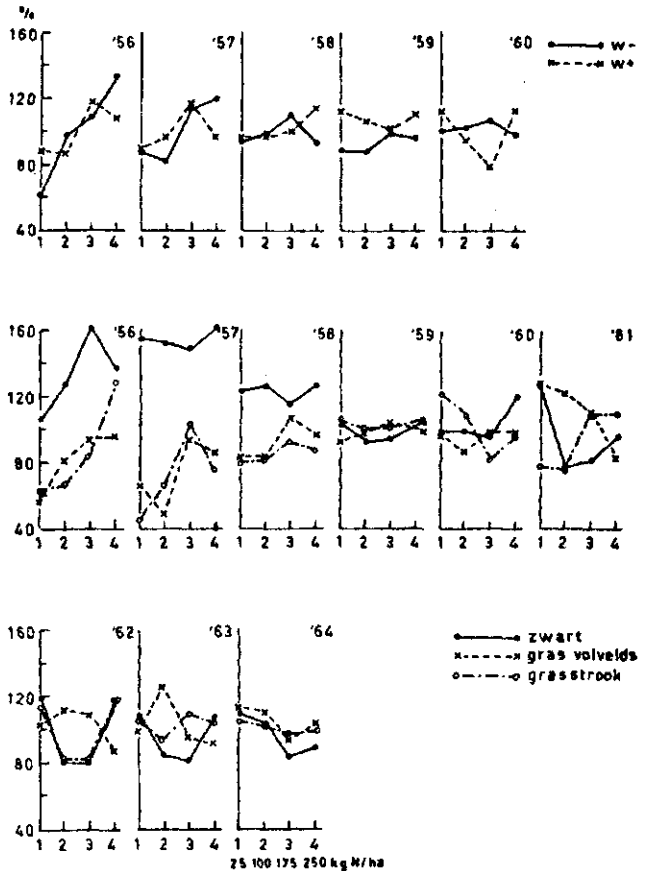


Fig. 15 Stijging in N-gehalte van het appelblad door de bemesting in afhankelijkheid van het stikstofniveau

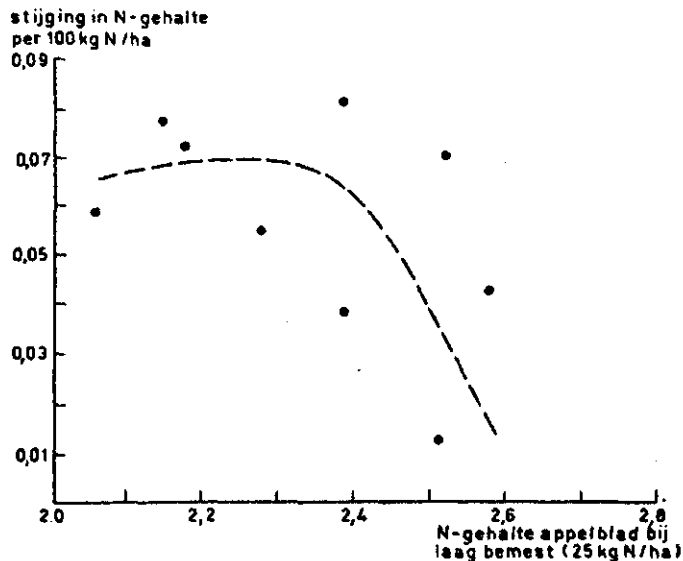


Fig. 16 Invloed van winter- en zomerregenval op stikstofgehalte en op stijging van het stikstofgehalte in het blad door de bemesting.

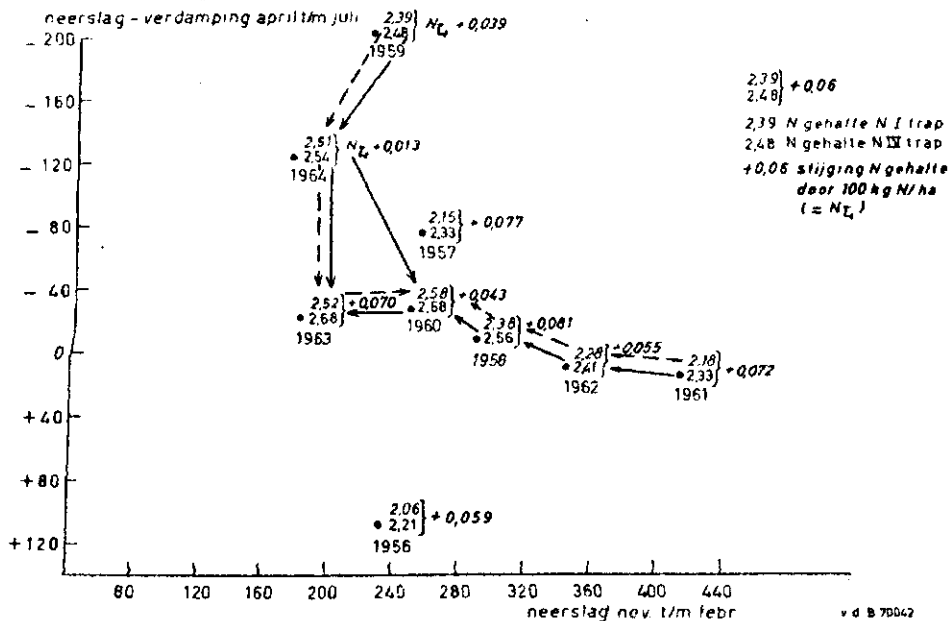


Fig. 17 Invloed van zomerregenval op stijging van het stikstofgehalte in het blad door de bemesting

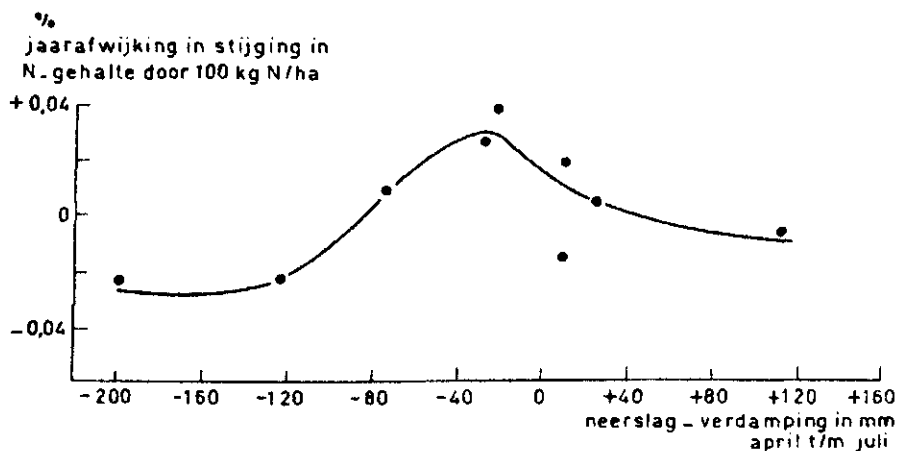


Fig. 18 Samenhang tussen objectgemiddelden (in procenten van jaargemiddelde van het proefveld) met het stikstofgehalte in het blad.

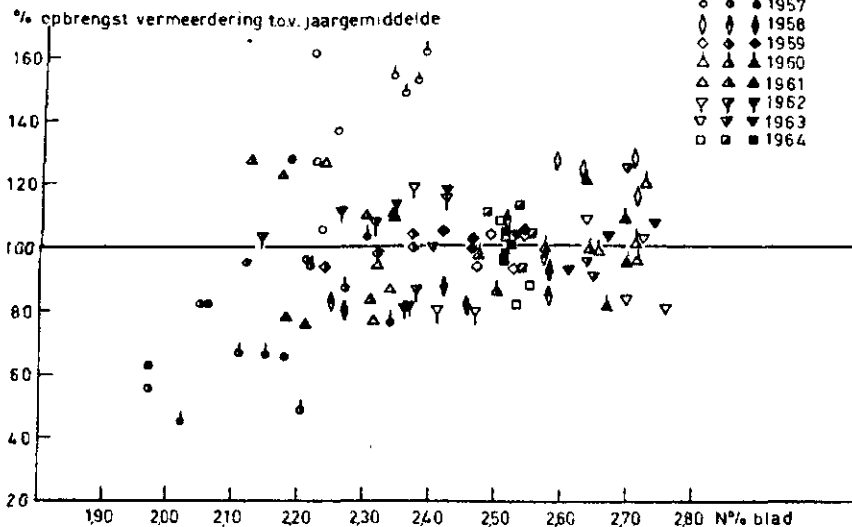




Fig. 19 Schattingscijfers voor bladkleur per object, uitgezet tegen stikstofgehalte van het blad, gemiddelde lijnen getrokken voor gegevens van een jaar.

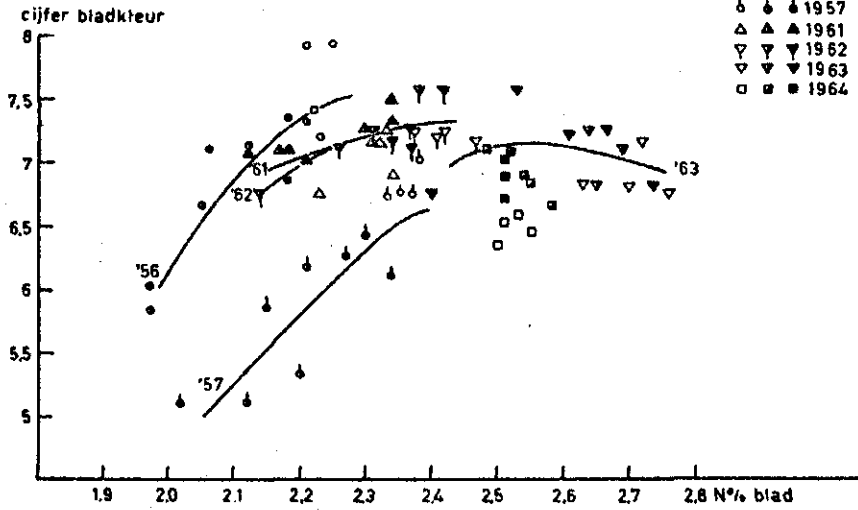


Fig. 20 Stikstofgehalte van het appelblad in augustus, tegen in water oplosbare stikstof in de laag 0-40 cm, eind juni - begin juli aanwezig.

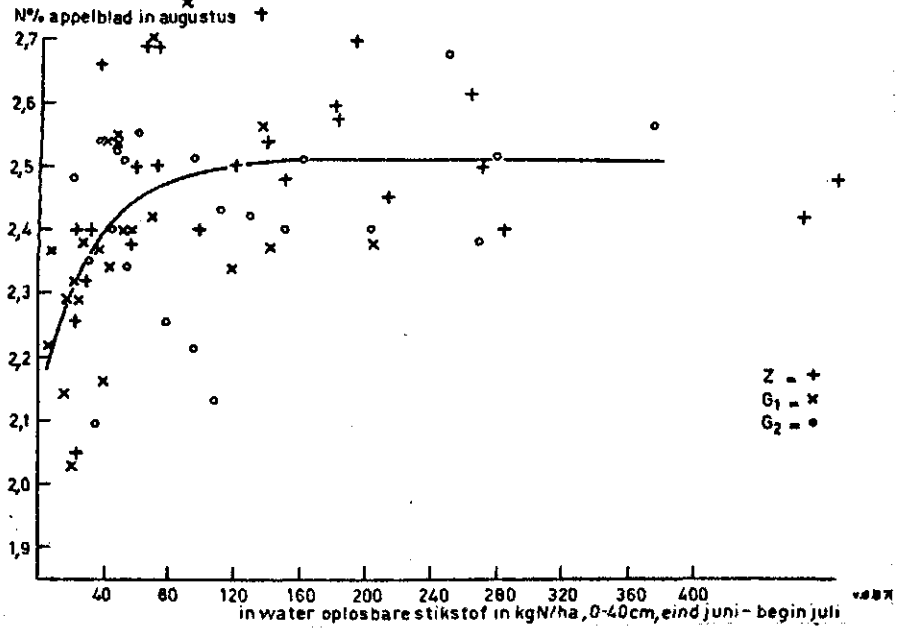


Fig. 21 Rangschikking van diverse gegevens naar jaren met toenemend rot resp zacht in het bewaarfruit.

