

CODEN: IBBRAH (5-77) 1-25 (1977)

I N S T I T U U T V O O R B O D E M V R U C H T B A A R H E I D

R A P P O R T 5-77

H E T T E G E N G A A N V A N K A L I - O V E R M A A T I N D E B O O M S T R O O K V A N B O O M G A A R D E N

d o o r

J. V A N D E R B O O N

1977

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

Inst. Bodemvruchtbaarheid, Rapp. 5-77 (1977) 25 pp.

INHOUD

1. Inleiding	3
2. Opzet van de proef	4
3. De laboratoriumproef	5
3.1. Uitvoering van de laboratoriumproef	5
3.2. Resultaten van de laboratoriumproef	6
4. De veldproef	12
4.1. Gegevens van het proefveld	12
4.2. Uitvoering van de veldproef	12
4.3. Resultaten van de veldproef	14
4.3.1. Grondonderzoek	14
4.3.2. Bladonderzoek	18
4.3.3. Vruchtonderzoek	19
4.3.4. Bewaarkwaliteit	19
5. Conclusies	23
6. Samenvatting	24
7. Literatuur	25

1. INLEIDING

Tussen de zwartstrook en de grasstrook in boomgaarden zijn duidelijke verschillen aanwezig in de chemische bodemvruchtbaarheid (Van der Boon en Das, 1972). De pH van de boom- (zwart-) strook is over het algemeen lager en de fosfaat- en kaligehalten zijn hoger dan in de rij- (gras-) strook. Het mulchen van het op de rijstrook gemaaid gras op de boomstrook lijkt één van de oorzaken hiervan te zijn.

De hoge kaligehalten in de boomstrook met de lagere pH zijn ongewenst met het oog op een grotere kans op het optreden van stip en zacht in de appel. In een driejarige proef op koolzure-kalkhoudende zeelei in de Noordoostpolder werd onderzocht of de kali-ophoping in de boomstrook kon worden tegengegaan door het toedienen van calcium met magnesium op de boomstrook, al of niet met weglaten van het gemaaid gras.

3. DE LABORATORIUMPROEF

3.1. *Uitvoering van de laboratoriumproef*

Het benodigde aantal buizen werd gevuld met de twee lagen van 0-20 en 20-40 cm van het proefveld. De grond was vooraf gebroken, gezeefd en daarna gedroogd tot een geschikte vochtigheidsgraad. Bij het vullen werd een dichtheid nagestreefd als die van de grond in veldligging met een poriënvolume van 50 vol.%. Het volumegewicht van droge grond werd berekend op 1,30 g/cm³ voor de bovenlaag en 1,33 voor de tweede laag. Bij het vullen werden steeds laagjes van 5 cm genomen, welke werden aangestampt, waarna een bovenste laagje van ongeveer 1 cm weer lossier gemaakt voor het aanvullen van het volgende laagje. Daarna werd de grond voorzichtig op veldcapaciteit gebracht. Uit de hoeveelheid vocht van de grond bij het vullen en de daarna toegediende hoeveelheid water werd een vochtcapaciteit van de grond berekend van 45 vol.% water. De meststoffen werden vervolgens uitgestrooid op het oppervlak en ingespoeld met ca. 2 cm water. Om verdichting tijdens de proef tegen te gaan werd een laag in zuur gewassen grind, 470 g per buis van 12,5 cm doorsnede, aangebracht.

De verdringing en uitspoeling van kali werd nagegaan bij een toegediende watergift van 760 mm, gelijk aan de gemiddelde jaarlijkse neerslaghoeveelheid. De bedoeling was de doorspoeling in een betrekkelijk korte periode tot uitvoering te brengen, maar het doorleken stagneerde in aanzienlijke mate en wel het meest bij de onbehandelde buizen en de buizen met dolokal. Waar gips en kieseriet waren gegeven, verliep het doorspoelen veel sneller. Per dag werd 2 cm water toegediend en waar nog water op de grond was blijven staan, werd het niveau tot 2 cm hoogte boven het grondoppervlak aangevuld. Het percoleren werd begonnen op 7 april, de eerste buis, waarmee het doorspoelen van de 760 mm bereikt werd, was klaar op 29 juni, de laatste buizen werden doorgespoeld op 4 januari van het volgende jaar. Zodra het lekwater voor enkele buizen een volume bereikte van 1 liter, werd het lekwater van alle buizen voor analyse op kalium naar het centraal laboratorium gezonden. Daar de porties vaak kleiner waren dan 1 liter, werden meer analyses verricht dan het te verwachten aantal van 9 (toegediend 9,325 l en porties van ca. 1 l lekwater).

Het aantal analyses per buis bedroeg op deze wijze maximaal 13. Door de lange duur van de proef werd door verdamping uiteindelijk veel minder water verzameld dan was gegeven. De hoeveelheid water, die was verdwenen, liep uiteen van 17 tot 55 %. De hoge verdampingscijfers komen uiteraard van de buizen, welke slechts zeer langzaam doorliepen. Niet meer is na te gaan welk deel is verdampt vanuit het lekyat en welk deel is verdwenen van het bovenoppervlak van de buis. De laatste hoeveelheid zou in mindering moeten worden gebracht op de toegediende hoeveelheid om te weten welk deel efficiënt is geweest bij het doorspoelen. De verdamping via het lekwater is zoveel mogelijk tegengegaan door een fles met nauwe hals te nemen en de verdamping bovenin door bedekking van de buis met een horlogeglas. Na afloop van het doorspoelen werden de twee grondlagen in de buizen in twee afzonderlijke laagjes bemonsterd en op Na, K, Mg en Ca en op pH geanalyseerd.

3.2. Resultaten van de laboratoriumproef

Uit de hoeveelheid opgevangen kalium volgt, dat alleen de toediening van calcium en magnesium in de vorm van gips en kieseriet bijgedragen heeft aan de verdringing en uitspoeling van het kalium (tabel I, figuur 1 en 2). De hoeveelheid uitgespoelde kalium stijgt regelmatig met de gegeven hoeveelheid gips en kieseriet. Ook als afgelezen wordt in de grafiek bij dezelfde hoeveelheid opgevangen vloeistof blijkt het sulfaat beter te werken dan het carbonaat. (Bij de bespreking van de uitvoering van de proef is al opgemerkt, dat door verschillen in verdamping van het water bovenop het grondoppervlak wegens de verschillende doorloopsnelheden - de met gips en kieseriet bemeste buizen liepen sneller door - ook de maatstaf van dezelfde hoeveelheid verzamelde vloeistof niet geheel zuiver is.) In de concentraties aan kali in het lekwater treden na opvangen van 1,5-2 liter van twee buizen met dezelfde behandeling - dit betekent een toediening van circa 150 mm - verschillen op tussen de behandelingen, die echter niet systematisch zijn. Bij gipstoediening zou een hogere concentratie te verwachten zijn, maar de grotere hoeveelheid opgevangen vloeistof leidt weer tot lagere concentraties. Uitgaande van de hoeveelheid uitwisselbaar kalium bij het begin van de proef betekent de 460 mg K_2O voor de onbehandelde buizen, dat 22% van de kali is uitgespoeld, terwijl bij de hoogste trap van gips en kieseriet 32% van de kali verdwenen is. In de buizen was 6,45 kg grond aanwezig.

TABEL I. Hoeveelheid opgevangen kali in het lekwater

Behandeling in kg/ha	Hoeveelheid mg K_2O	
	carbonaat	sulfaat
onbehandeld	460	
375 kg CaO + 224,15 kg MgO	454	502
750	448,30	539
1500	896,60	608
2250	1345	508

Het gehalte aan uitwisselbaar kali bedroeg 0,7 meq./100 g grond, en de hoeveelheid aan uitwisselbaar kalium 45,1 meq. Bij de hoogste trap werd 181 meq. aan Ca en Mg gegeven, dit gaf een extra uitspoeling van 227 mg K_2O , d.i. 4,8 meq. Dit houdt in, dat voor de vervanging van 11% van het uitwisselbare kalium $181/45 = 4$ maal meer aan calcium en magnesium is toegediend dan aan uitwisselbaar kalium aanwezig was.

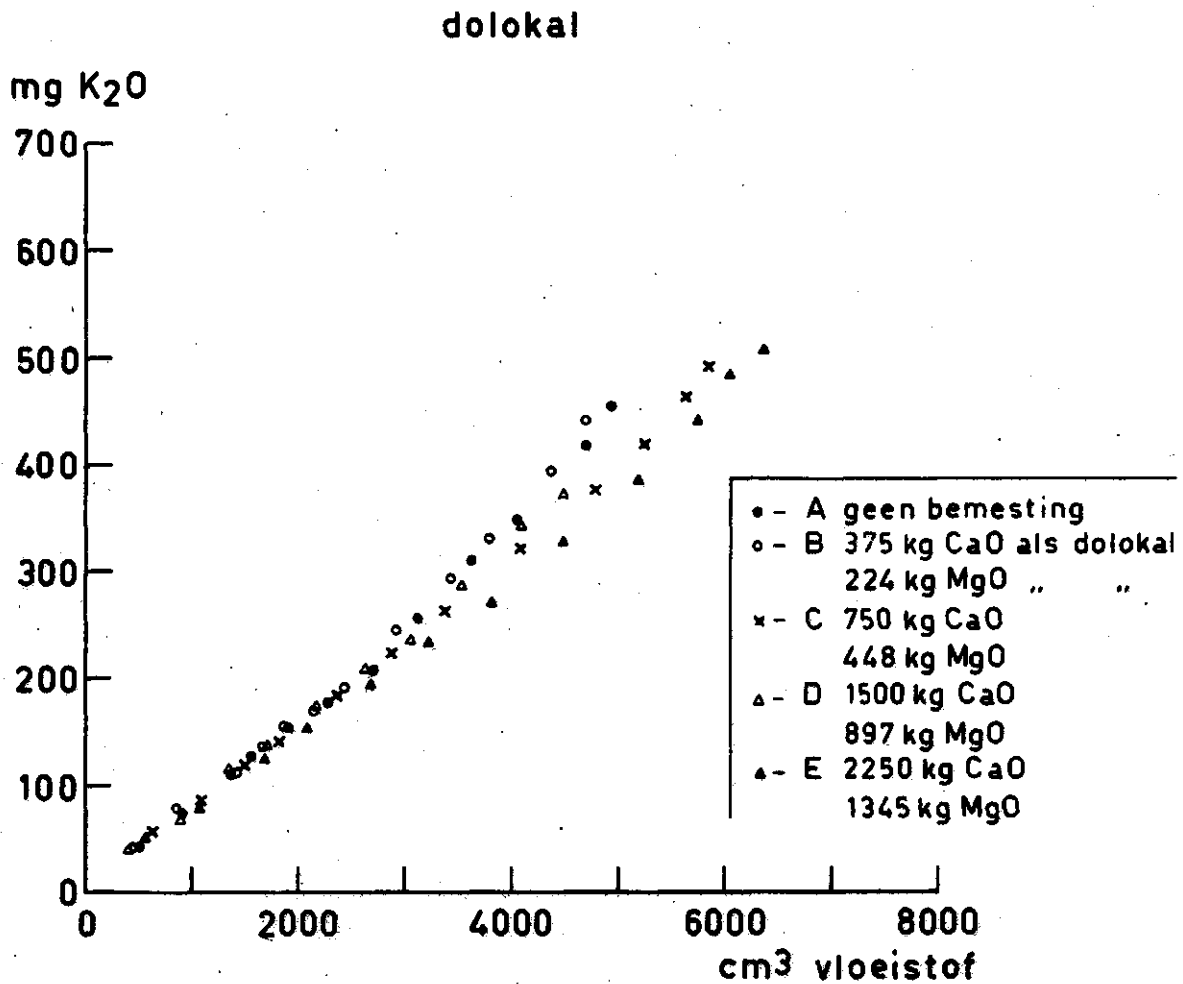


Fig. 1. Hoeveelheid uitgespoelde kali, uitgezet tegen de hoeveelheid doorgelopen vloeistof in laboratoriumproef bij vijf oplopende giften van calcium- en magnesiumcarbonaat.

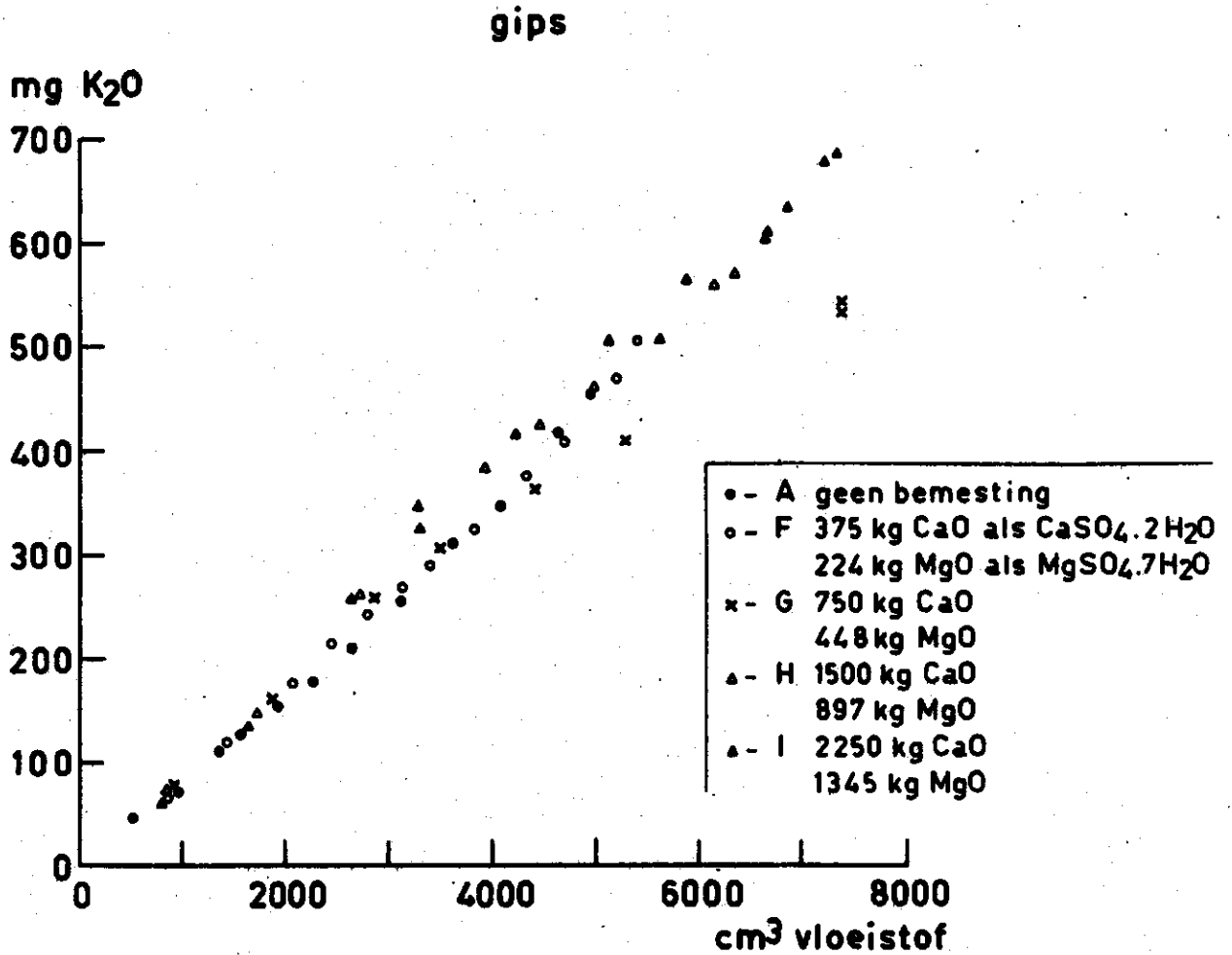


Fig. 2. Hoeveelheid uitgespoelde kali, uitgezet tegen de hoeveelheid doorgelopen vloeistof in laboratoriumproef bij vijf oplopende giften van calcium- en magnesiumsulfaat.

TABEL II. K-, Mg- en Ca-gehalten na uitspoelingsproef in buizen.

Behandeling	Onderzocht element				Onderzocht element			
	Laag 0-20 cm		Laag 20-40 cm		Laag 0-20 cm		Laag 20-40 cm	
	carbo- naat	sul- faat	carbo- naat	sul- faat	carbo- naat	sul- faat	carbo- naat	sul- faat
onbehandeld	<i>K-HCl (mg K₂O/100 g grond)</i>				<i>K-uitw. (meq./100 g grond)</i>			
375 kg CaO + 224,15 kg MgO	27,5	28,0	30,8	30,5	0,40	0,45	0,60	0,45
750	26,5	25,0	27,8	28,8	0,40	0,45	0,50	0,50
1500	28,5	25,3	28,8	27,8	0,45	0,40	0,50	0,55
2250	29,5	23,3	28,3	27,8	0,50	0,35	0,60	0,50
	<i>MgO-NaCl (d.p.m. MgO op gr.)</i>				<i>Mg-uitw. (meq./100 g gr.)</i>			
onbehandeld	153				0,98			
375 kg CaO + 224,15 kg MgO	143	185	202	202	0,85	1,15	1,15	1,20
750	163	246	186	186	0,95	1,60	1,15	1,20
1500	157	283	194	219	0,95	1,85	1,10	1,35
2250	175	326	184	252	1,05	1,90	1,10	1,50
	<i>Ca-uitw. (meq./100 g gr.)</i>							
onbehandeld	14,3				10,3			
375 kg CaO + 224,15 kg MgO	11,9	14,3	10,3	10,6				
750	14,7	13,4	11,7	11,2				
1500	15,7	14,6	11,2	10,5				
2250	14,9	13,8	11,2	11,0				

TABEL III. Statistische toetsing van effecten op K-, Mg- en Ca-gehalten na uitspoelingsproef in buizen.
Betrouwbaarheid van F-toets.

Behandelingseffect	Analysebepalingen				
	K-HCl	K-uitw.	MgO-NaCl	Mg-uitw.	Ca-uitw.
<i>Hoofdeffecten</i>					
diepte 0-20/20-40 cm onbeh. / (Ca+Mg)	+++	+++	-	-	+++
(Ca+Mg) lineair effect	-	+	+++	++	-
(Ca+Mg) kwadratisch effect	++	-	+++	+++	+
carbonaat/sulfaat	++	-	+++	-	+
	++	-	+++	+++	-
<i>Interacties</i>					
diepte (0-20) x onbeh. / (Ca+Mg)	-	-	+++	++	-
diepte (0-20/20-40) x carbon. / sulfaat	++	-	+++	+++	-
carbon. / sulfaat x (Ca+Mg) lineair	++	-	+++	+++	+
carbon. / sulfaat x (Ca+Mg) kwadr.	-	(+)	-	-	+

†) Onbetrouwbaarheidsdrempels bij P= 0,10: (+); P= 0,05:++; P= 0,01:+++ en P= 0,001:++++

Na het doorspoelen werden de afzonderlijke lagen in de buizen bemonsterd en op diverse elementen onderzocht (tabel II en III). In vergelijking met de analysecijfers in het oorspronkelijke, onbehandelde monster (tabel IV) is het kaligehalte en het uitwisselbare kali door het doorspoelen gedaald, vooral in de bovenste laag. Het magnesiumgehalte in de laag van 0-20 cm is volgens beide bepalingen op dit element gedaald en dat in de laag van 20-40 cm gestegen onder invloed van de doorspoeling. Het uitwisselbare calcium daalde in de laag van 0-20 cm iets en was in de tweede laag niet van betekenis veranderd. Na het doorspoelen bleek het magnesium in de grond het sterkst door de meststof-toediening beïnvloed te zijn, en vooral door gips en kieseriet.

TABEL IV. Analysecijfers in het grondmonster vóór het doorspoelen.

Diepte laag	Analysebepalingen				
	K-HCl, mg K ₂ O/ 100 g	K-uitw., meq./ 100 g	MgO-NaCl, d.p.m. MgO	Mg-uitw., meq./ 100 g	Ca-uitw., meq./ 100 g
0-20 cm	38	0,7	229	1,4	13,1
20-40 cm	35	0,7	160	1,0	10,5

Het gehalte aan MgO-NaCl en uitwisselbaar magnesium was statistisch betrouwbaar lineair gestegen met de toenemende hoeveelheid aan deze meststoffen. De stijging was in de tweede laag sterker dan die in de bovenlaag. Het gehalte aan K-HCl daalde onder invloed van gips en kieseriet, vooral in de laag van 0-20 cm. Dolokal had geen effect. Waarom bij de laagste gift het gehalte hoger is, is niet zonder meer duidelijk. Het uitwisselbare kalium vertoont minder duidelijke verschillen als gevolg van de behandelingen. Toevoeging van de Ca+Mg-combinatie gaf over het geheel wat lagere uitwisselingscijfers. Het uitwisselbare calcium was door de dolokal wat gestegen en bij de aanwending van gips en kieseriet in de aangegeven verhouding niet duidelijk gewijzigd.

Samenvattend kan worden gezegd dat de verdringing van kalium door de toediening van dolokal niet aantoonbaar was. Die door de combinatie van gips en kieseriet was duidelijker, maar de orde van grootte van de daling weinig spectaculair.

4. DE VELDPROEF

4.1. Gegevens van het proefveld

De proef werd uitgevoerd bij 12 jaar oude Cox's Orange Pippin op M 9 op koolzure-kalkhoudende zeeklei in Kraggenburg. De plantafstand bedroeg 4,5 m tussen de rijen en 2,8 m tussen de bomen in de rij. De behandelingen werden toegediend op een 2 m brede zwartstrook onder de bomen en op een veldje met een oppervlakte van $25,2 \times 2 \text{ m} = 50,4 \text{ m}^2$ stonden 8 proefbomen. Door de fruitteler was in voorgaande jaren vrij intensief gemest met stal mest en gemulcht, het kaligehalte van de grond was op deze grond met 25% afslibbaar hoger dan gewenst. Het grondonderzoek van de zwartstrook bij de aanvang van de proef op 23 mei 1969 had de uitslag, vermeld in tabel V.

4.2. Uitvoering van de veldproef

De toediening van dolokal, gips en kieseriet had plaats op de data, vermeld in tabel VI, welke ook aangeeft de dagen van de grond- en bladbemonstering. Voor het bladonderzoek werd het derde en vierde blad verzameld aan de basis van de langloten. In het blad werden K, Ca en Mg bepaald. Het grond- en bladonderzoek had periodiek plaats om verschillen zo mogelijk op het moment van het ontstaan vast te leggen.

Het maaien en mulchen werd door de fruitteler uitgevoerd. In de proefjaren werd de stikstof matig aangewend, naar 50 kg N/ha op de grasstrook. De stikstof werd na de bloei gegeven, zodat de grasgroei pas laat van start ging. Vanaf half juni werd het gras 6 à 7 keer gemaaid in de loop van het seizoen. Bij de ontworpen proefopzet werd het gras van twee rijstroken op één boomstrook gebracht, zodat ondanks een vrij matige grasproductie toch nog een redelijke hoeveelheid mulch werd verkregen.

TABEL V. Grondonderzoek in drie bovenste grondlagen.

Diepte, laag in cm	pH-KCl	CaCO ₃ , %	Org. stof, %	Afslibb., %	Zand		P-AL, mg P ₂ O ₅ /100 g	K-HCl, 0,001 %	MgO, dpm	kationenbezetting				kat-ionen-waarde, meq./100 g grond	H-bezetting, meq./100 g
					grof, %	tot., %				K	Na	Ca	Mg		
0-5	7,1	7,6	4,9	25	6	63	68	42	247	0,9	0,3	16,2	1,7	16,5	1,2
5-20	7,3	8,4	2,8	26	6	63	39	38	207	0,7	0,3	13,5	1,3	13,8	0,9
20-40	7,4	8,3	2,5	29	4	60	14	34	161	0,6	0,4	14,5	1,0	14,4	0,7

TABEL VI. Data van bemesting en bemonstering van blad en grond.

Handeling	Proefjaar	Data
Bemesting	1969	27/5, 9/6 20/6, 1/7, 17/7, 31/7 (periodiek)
		27/5 (ineens)
	1970	5/6, 16/6, 6/7, 23/7, 30/7, 14/8 (periodiek)
		26/2 (ineens)
	1971	27/5, 11/6, 25/6, 6/7, 23/7, 25/8 (periodiek)
		9/3 (ineens)
Grondonderzoek	1969	5/6, 26/6, 2/7, 14/8, 12/9
	1970	3/6, 21/7, 17/8, 9/9, 9/12
	1971	23/3, 30/6, 21/7, 25/8, 30/9
Bladonderzoek	1969	5/6, 2/7, 19/8, 15/9, 25/9
	1970	4/6, 15/6, 21/7, 13/8, 8/9
	1971	7/6, 23/6, 22/7, 18/8, 16/9

4.3. Resultaten van de veldproef

4.3.1. Grondonderzoek

Periodiek werd de grond in drie lagen bemonsterd en de monsters werden onderzocht op pH-water en K-HCl om verschillen, die zouden kunnen ontstaan in de loop van het seizoen onder invloed van behandelingen, zo tijdig mogelijk vast te kunnen stellen. Er werden iedere keer mengmonsters per object genomen.

Wat de pH-water betreft, vertonen de veldjes die dolokal ontvingen, een iets hogere pH dan de veldjes met gips en kieseriet. Het verschil is van de orde van grootte van 0,10 in de laag van 0-5 cm, van 0,07 in de laag van 5-20 cm en 0,05 in de laag van 20-40 cm, en het is bijna in de helft van de gevallen statistisch betrouwbaar. Geen duidelijke lijn werd gevonden voor de invloed van de overige behandelingen (tabel VII).

Ook het effect op het K-HCl-gehalte van de grond is maar gering. In 1970 was het gehalte in de laag 0-5 cm op de gemulchte veldjes 2 mg $K_2O/100$ g hoger dan op de ongemulchte veldjes en in de laag van 5-20 cm 1,1 mg (tabel VIII). De tegenstelling tussen geen en wel calcium- en magnesiumhoudende meststof gaf geen duidelijk verschil te zien. Met gips en kieseriet was steeds (15 analyses) het K-HCl-cijfer wat lager in de laag van 0-5 cm dan met dolokal. In 1971 was het verschil gemiddeld 2,6 mg over 5 waarnemingen, waarvan 4 statistisch of bijna statistisch betrouwbaar. In de laatste twee proefjaren was ook in de laag van 5-20 cm met gips het kaligehalte van de grond iets verlaagd, over 1971 gemiddeld 0,7 mg. Er was geen duidelijke verdringing van kalium door gips in de laag van 20-40 cm. Twee interacties vertoonden over de drie proefjaren met vijftien waarnemingen vaak dezelfde tendens. In de laag van 0-5 cm en ook in die van 5-20 cm steeg het kaligehalte van de grond door de mulch op de veldjes zonder Ca + Mg, maar minder of niet op de veldjes, waar was bemest (tabel IX). Door gips en kieseriet werd de daling in het kaligehalte t.o.v. dolokal vooral bereikt op de niet gemulchte veldjes, op de gemulchte veldjes was het gips met kieseriet veel minder efficiënt.

Aan het eind van het seizoen had een meer uitgebreid grondonderzoek plaats. Het magnesiumgehalte van de grond bleek daarbij door de behandelingen aanzienlijk te zijn beïnvloed. Door toediening van Ca + Mg waren het uitwisselbare Mg en $MgO-NaCl$ duidelijk gestegen (tabel X). De sulfaatvorm was hierbij duidelijk efficiënter dan de carbonaatvorm. Aanwending in zes keer bracht grotere aanrijking teweeg dan bij een gift ineens het geval was. Het uitwisselbare kalium was door de behandelingen ternauwernood beïnvloed. Door de werking van de mulch was er een kleine stijging van het kaliumgehalte voor alle drie lagen in de drie proefjaren (tabel XI). Terwijl de tegenstelling geen en wel Ca + Mg geen duidelijke lijn vertoont, is het gehalte in de laag van 0-5 cm in de drie proefjaren bij toediening van de sulfaatvorm wat lager dan bij de carbonaatgift. Geen tot weinig effect was te constateren op het uitwisselbare calcium. Alleen in het laatste jaar was het uitwisselbare calcium wat hoger op de veldjes, waar calcium en magnesium waren aangewend. In de lagen 0-5 cm, 5-20 cm en 20-40 cm steeg het calcium resp. van 13,0 tot 13,6 meq., van 11,2 tot 11,5 meq., en van 11,25 tot 11,28 meq. (tabel XII). In 1970 werd de grond ook onderzocht op het in water oplosbare calcium (schudverhouding 1:60). Op de gemulchte percelen was dit calcium aanmerkelijk hoger!

TABEL VII. Verschil in pH-water tussen dolokal en gips met kieseriet.

Behandeling	Laag 0-5 cm			Laag 5-20 cm			Laag 20-40 cm		
	14-8-1969	17-8-1970	25-8-1971	14-8-1969	17-8-1970	25-8-1971	14-8-1969	17-8-1970	25-8-1971
ling	14-8-1969	17-8-1970	25-8-1971	14-8-1969	17-8-1970	25-8-1971	14-8-1969	17-8-1970	25-8-1971
dolokal	7,38	7,46	7,38	7,79	7,71	7,58	7,98	7,83	7,72
gips + kieseriet	7,26	7,40	7,25	7,69	7,66	7,50	7,94	7,79	7,69
F-toets †)	5,70 ⁺	3,67 ⁽⁺⁾	11,98 ⁺	9,67 ⁺	7,18 ⁺	3,56	2,18	2,66	0,91

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10: (+); P= 0,05:++; P= 0,01: ++; P= 0,001: +++.

TABEL VIII. Invloed van mulch en vorm van calcium- en magnesiumzout op het K-HCl in 1970.

Behandeling	Laag 0-5 cm			Laag 5-20 cm		
	17-8	9-9	9-12	17-8	9-9	9-12
niet mulchen wel mulchen	36,4	35,2	36,9	32,4	31,2	30,3
F-toets †	37,4	38,2	40,2	32,6	32,6	31,9
dolokal	2,44	20,72 ⁺⁺	25,84 ⁺⁺	0,10	2,16	5,29 ⁽⁺⁾
gips + kieseriet	37,3	38,0	39,6	32,0	32,8	31,9
F-toets †	36,5	35,0	36,9	32,8	31,0	30,8
F-toets †	0,90	16,58 ⁺⁺	14,36 ⁺⁺	1,26	2,93	2,56

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10: (+); P= 0,05: +; P= 0,01: ++; P= 0,001: +++.

TABEL IX. Interactie van mulch en bemesting, en van mulch en meststofsoort op K-HCl-gehalte van laag 0-5 cm.

Behandeling	Toediening van bemesting			Meststofsoort		
	17-8-70	25-8-71	17-8-70	17-8-70	25-8-71	25-8-71
	geen	wel	geen	wel	carbo- naat	carbo- naat
niet mulchen	36,0	36,5	44,0	43,8	38,0	35,0
wel mulchen	38,0	37,3	46,0	42,3	36,5	38,0
F-toets †	0,47		1,54		8,19 ⁺	9,37 ⁺
					47,5	40,0
					42,0	42,5

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10: (+); P= 0,05: +; P= 0,01: ++; P= 0,001: +++.

TABEL X. Invloed van behandelingen op Mg-uitwisselbaar en MgO-NaCl in 1971.

Behande- ling	Mg-uitwisselbaar in meq./100 g gr.			MgO-NaCl in d.p.m. grond		
	laag 0-5 cm	5-20 cm	20-40 cm	laag 0-5 cm	5-20 cm	20-40 cm
geen Ca+Mg	2,35	1,50	1,00	368	236	148
wel Ca+Mg	3,31	1,90	1,13	517	307	175
F-toets †	6,17 ⁺	22,40 ⁺⁺	17,50 ⁺⁺	4,73 ⁽⁺⁾	40,90 ⁺⁺⁺	7,05 ⁺
carbonaat	2,55	1,55	1,00	391	254	161
sulfaat	4,08	2,25	1,25	642	360	190
F-toets †	11,76 ⁺⁺⁺	23,33 ⁺⁺	28,57 ⁺⁺⁺	11,62 ⁺	111,30 ⁺⁺⁺	9,98 ⁺
gift ineens	2,98	1,83	1,13	460	307	168
gift in 6 x	3,65	1,98	1,13	573	308	183
F-toets †	2,83	1,08	0	2,92	0,10	4,12 ⁽⁺⁾

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10: (+); P= 0,05: +; P= 0,01: ++; P= 0,001: +++.

TABEL XI. Invloed van behandelingen op uitwisselbaar kalium (meq./100 g gr.) aan einde van seizoen.

Behandeling	Laag 0-5 cm			Laag 5-20 cm			Laag 20-40 cm		
	12-9-1969	9-12-1970	30-9-1971	12-9-1969	9-12-1970	30-9-1971	12-9-1969	9-12-1970	30-9-1971
niet mulchen	0,68	0,64	0,72	0,62	0,50	0,56	0,54	0,40	0,46
wel mulchen	0,84	0,66	0,80	0,66	0,52	0,60	0,58	0,50	0,48
F-toets †	8,53 ⁺	0,37	17,46 ⁺⁺	3,20	0,37	2,67	3,20	7,50 ⁺	0,80
carbonaat	0,75	0,65	0,80						
sulfaat	0,73	0,60	0,73						
F-toets †	0,15	2,33	12,27 ⁺						

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10; (+); P=0,05; ++; P= 0,01 : ++; P= 0,001: +++.

TABEL XII. Invloed van behandelingen op uitwisselbaar calcium en Ca-water (1:60).

Behandeling	Laag 0-5 cm			5-20 cm			20-40 cm		
	<i>Ca-water in mg/l grond op 9-12-1970</i>								
niet mulchen	500	570	676						
wel mulchen	614	677	780						
F-toets †	81,70 ⁺⁺⁺	60,46 ⁺⁺⁺	21,30 ⁺⁺						
	<i>uitwisselbaar calcium in meq./100 g op 30-9-1971</i>								
geen Ca+Mg	13,0	11,2	11,25						
wel Ca+Mg	13,6	11,5	11,28						
F-toets †	0,62	1,72	0,01						

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10; (+); P=0,05; ++; P= 0,01 : ++; P= 0,001: +++.

Uit het verterend gras komt oplosbaar calcium vrij, of het vrijkomende koolzuur maakt calcium oplosbaar als calciumbicarbonaat. Door de organische zuren wordt ook calcium aan het complex vervingen door H-ionen (tabel XIII). Ca+Mg-gift doet de H-bezetting iets dalen, in de vorm van sulfaat sterker dan als carbonaat. De daling in H-uitwisselbaar door de meststof treedt vooral op de gemulchte veldjes op.

TABEL XIII. Invloed van behandelingen op H-bezetting in meq./100 g grond aan het eind van het seizoen.

Behandeling	Laag 0-5 cm		Laag 5-20 cm		Laag 20-40 cm	
	9-12-70	30-9-71	9-12-70	30-9-71	9-12-70	30-9-71
niet mulchen	1,22	0,92	0,86	0,68	0,74	0,48
wel mulchen	1,34	1,32	0,92	1,02	0,76	0,76
F-toets †	1,58	33,33 ⁺⁺⁺	0,90	37,70 ⁺⁺⁺	0,28	7,84 ⁺
niet Ca+Mg	1,40	1,15	1,05	0,85	0,80	0,65
wel Ca+Mg	1,25	1,13	0,85	0,85	0,74	0,61
F-toets †	1,58	0,17	6,49 ⁺	0	2,31	0,08
carbonaat	1,30	1,15	0,90	0,88	0,80	0,65
sulfaat	1,20	1,08	0,80	0,83	0,68	0,58
F-toets †	0,80	0,93	2,45	0,61	9,72 ⁺	0,42

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10: (+); P= 0,05:++; P= 0,01: +++; P= 0,001: +++.

4.3.2. Bladonderzoek

Vijf maal in het seizoen werd een bladbemonstering uitgevoerd. Het derde en vierde blad aan de basis van de langloten werd verzameld. Het effect van de behandelingen op de chemische bladsamenstelling bleek gering te zijn. Mulchen had nog het duidelijkst effect. Op de gemulchte veldjes was het magnesiumgehalte lager en in de laatste twee proefjaren de K/Ca-verhouding hoger (tabel XIV). Ook de (K+Mg)/Ca-verhouding in het blad was verhoogd. Het calciumgehalte was in de meeste gevallen verlaagd, namelijk bij 12 van de 15 waarnemingen. Het kaligehalte vertoonde maar een geringe beïnvloeding, het was meestal op de gemulchte veldjes wat lager. In het effect van de overige behandelingen was geen duidelijke lijn. In het derde proefjaar lijkt de Ca+Mg-gift het magnesiumgehalte van het blad te verhogen op de niet-gemulchte veldjes, terwijl een werking op de gemulchte veldjes uitbleef. Er was een tendens, dat bij de kalkgift, gespreid over het seizoen het gehalte aan K en de K/Ca- en (K+Mg)/Ca-verhouding in het blad daalden in vergelijking met de bekalking ineens, terwijl bij spreiding van de gipsbemesting vaker een stijging hiervan optrad.

TABEL XIV. Invloed van mulchen op de chemische samenstelling van het appelblad.

Behandeling	Bemonsteringsdatum			Bemonsteringsdatum		
	19-8-69	13-8-70	18-8-71	19-8-69	13-8-70	18-8-71
	<i>MgO % op dr. stof</i>			<i>K₂O/CaO (%/%)</i>		
geen mulch	0,328	0,340	0,310	0,98	0,86	0,83
wel mulch	0,306	0,324	0,278	0,95	0,88	0,90
F-toets †	6,05 ⁺	13,02 ⁺	12,19 ⁺	1,63	2,24	4,58 ⁽⁺⁾
	<i>CaO % op dr. stof</i>			<i>(K+Mg)/Ca (eq./eq.)</i>		
geen mulch	2,12	2,20	2,42	0,80	0,72	0,68
wel mulch	2,05	2,15	2,46	0,77	0,73	0,70
F-toets †	4,67 ⁽⁺⁾	1,37	16,50 ⁺⁺	2,41	0,33	5,26 ⁽⁺⁾
	<i>K₂O % op dr. stof</i>					
geen mulch	2,07	1,88	2,02			
wel mulch	1,96	1,88	2,03			
F-toets †	7,05 ⁺	0,02	0,09			

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10: (+); P= 0,05: + ; P= 0,01 : ++ ; P= 0,001 : +++.

4.3.3. Vruchtonderzoek

In de jaren 1970 en 1971 werden bij de oogst vruchten verzameld van de drie grootte-klassen 60-65 mm, 65-70 mm en 70-75 mm, die daarna werden onderzocht op K, Ca, Mg, droge stof en as.

De invloed van de behandelingen op de vruchtsamenstelling is gering. Vruchten van de veldjes, waar werd gemulcht, lijken lager in K- en Mg-gehalte en hoger in drogestofgehalte (tabel XV). Op de veldjes, waar Ca+Mg waren toegediend, was het kaligehalte iets lager en het asgehalte wat hoger (tabel XVI). Bij het gebruik van de sulfaatvorm was het magnesiumgehalte van de vruchten verhoogd t.o.v. de carbonaat (tabel XVII). De volgende interactie valt te noteren: op de niet-gemulchte veldjes was het drogestofgehalte bij gebruik van sulfaat lager dan bij toediening van carbonaat, op de gemulchte veldjes was het omgekeerde het geval (tabel XVIII).

4.3.4. Bewaarkwaliteit

De appels zijn na de pluk bewaard in het koelhuis bij 4-5° C. Na de bewaring werden ze één week bij 18-20° C geplaatst en daarna gesorteerd op grootte en kwaliteit. Onderscheiden werden gave, stippige en zachte appels. Ook de stipaantasting in zachte appels werden genoteerd. Na de uitwendige beoordeling werd per kist een beperkt aantal gave appels doorgesneden en vond beoordeling op inwendig stip plaats. In de laatste twee proefjaren werd bovendien een cijfer gegeven voor de mate van de stipaantasting. Bij de bewerking van de kwaliteitscijfers werd de "stipintensiteit" berekend, d.i. het product van het percentage aangetaste appels en de mate van de stipaantasting.

De behandelingen hadden geen duidelijke invloed op de bewaarkwaliteit, behalve het wel of niet toedienen van de Ca+Mg-zouten wat in 1970, een

jaar met een behoorlijke aantasting door stip en zacht, wel een statistisch betrouwbaar effect te zien gaf (tabel XIX). Hoewel blad- en vruchtonderzoek ternauwernood een invloed van deze behandeling vertoonden, was toch het percentage gawe appels gestegen en de percentages stip en zacht gedaald. De gegevens van 1969 en 1971 lieten geen duidelijk effect van deze behandeling zien, maar waren niet tegenstrijdig met het bovengenoemde. In de laatste twee proefjaren kwam een statistisch betrouwbare interactie voor tussen de meststofsoort en de wijze van geven in zijn werking op het gemiddeld vruchtgewicht. Op de veldjes waar de carbonaatvorm was toegediend, was het vruchtgewicht groter, als deze meststofsoort in zesmaal was gegeven, maar op de veldjes met sulfaattoediening nam door zesmalige aanwending de vruchtgrootte af. Een en ander is moeilijk te verklaren, in het laatste geval zal de hogere concentratie van het bodemvocht bij herhaalde toediening van sulfaat misschien een rol gespeeld hebben.

TABEL XV. Invloed van mulchen op het K-, Mg- en drogestofgehalte van de vrucht.

Behandeling	Analyse vruchten 1970			Analyse vruchten 1971		
	60-65 mm	65-70 mm	70-75 mm	60-65 mm	65-70 mm	70-75 mm
	<i>K₂O % op droge stof</i>					
niet mulchen	1,30	1,28	1,25	1,22	1,22	1,22
wel mulchen	1,26	1,25	1,24	1,21	1,19	1,18
F-toets †	3,40	3,35	0,19	1,16	9,46 ⁺	9,04 ⁺
	<i>MgO % op droge stof</i>					
niet mulchen	0,70	0,69	0,69	0,58	0,58	0,59
wel mulchen	0,70	0,70	0,68	0,55	0,56	0,55
F-toets †	0,03	0,04	1,70	9,60 ⁺	5,90 ⁺	42,83 ⁺⁺⁺
	<i>droge stofgehalte in % op vers gewicht</i>					
niet mulchen	13,18	13,24	13,12	13,56	13,52	13,48
wel mulchen	13,43	13,24	13,22	13,63	13,75	13,62
F-toets †	1,81	0	2,20	0,49	5,43 ⁽⁺⁾	1,20

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10: (+); P=0,05: + ; P= 0,01 : ++ ; P= 0,001 : +++.

TABEL XVI. Invloed van Ca+Mg op K- en asgehalte van de vrucht.

Behandeling	Analyse vruchten 1970			Analyse vruchten 1971		
	60-65 mm	65-70 mm	70-75 mm	60-65 mm	65-70 mm	70-75 mm
	<i>K₂O % op droge stof</i>					
geen Ca+Mg	1,31	1,31	1,27	1,23	1,19	1,22
wel Ca+Mg	1,28	1,25	1,24	1,21	1,21	1,20
F-toets †	1,15	5,18 ⁽⁺⁾	1,92	0,85	2,14	2,18
	<i>As % op droge stof</i>					
geen Ca+Mg	2,09	2,11	2,04	1,97	1,90	1,96
wel Ca+Mg	2,11	2,11	2,06	1,98	1,98	1,98
F-toets †	0,32	0,09	0,35	0,04	2,49	0,18

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10: (+); P= 0,05: + ; P= 0,01 : ++ ; P= 0,001 : +++.

TABEL XVII. Invloed van meststofsoort op het magnesiumgehalte van de vrucht.

Behandeling	Analyse vruchten 1970			Analyse vruchten 1971		
	60-65 mm	65-70 mm	70-75 mm	60-65 mm	65-70 mm	70-75 mm
	<i>MgO % op droge stof</i>					
carbonaat	0,69	0,69	0,69	0,56	0,57	0,56
sulfaat	0,71	0,71	0,68	0,58	0,58	0,58
F-toets †	1,32	3,59 ⁽⁺⁾	0,68	2,27	8,71 ⁺	19,29 ⁺⁺

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10: (+); P= 0,05: + ; P= 0,01 : ++ ; P= 0,001 : +++.

TABEL XVIII. Wisselwerking van mulchen en meststofsoort op drogestofgehalte van de vrucht.

Behandeling	Vruchtgrootte					
	60-65 mm		65-70 mm		70-75 mm	
	carbo- naat	sul- faat	carbo- naat	sul- faat	carbo- naat	sul- faat
	<i>Vruchtanalyse 1970</i>					
niet mulchen	13,32	13,02	13,33	13,26	13,17	13,00
wel mulchen	13,27	13,82	13,01	13,55	13,11	13,41
F-toets †	3,66 ⁽⁺⁾		34,51 ⁺⁺		7,66 ⁺	
	<i>Vruchtanalyse 1971</i>					
niet mulchen	13,55	13,50	13,46	13,43	13,58	13,45
wel mulchen	13,61	13,86	13,73	13,85	13,61	13,84
F-toets †	2,36		0,46		1,57	

† Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10: (+); P= 0,05: + ; P= 0,01 : ++ ; P= 0,001 : +++.

TABEL XIX. Invloed van behandelingen op bewaarkwaliteit.

Behan- deling	% Gaaf			% Stip			% Zacht		
	1969	1970	1971	1969	1970	1971	1969	1970	1971
geen Ca+Mg	80,7	66,3	94,1	8,9	25,1	3,8	8,7	26,8	2,0
wel Ca+Mg	81,2	76,6	94,7	8,8	16,5	3,8	8,0	19,3	1,4
F-toets †	0,13	5,25 ⁺	0,27	0,08	5,16 ⁺	0,03	0,18	4,51 ⁺	1,22

†Statistische toetsing met F-toets: P= 0,10: (+); P= 0,05: + ; P= 0,01 : ++ ; P= 0,001 : +++.

5. CONCLUSIES

In de laboratoriumproef met de nagebootste jaarlijkse neerslaghoeveelheid werd de chemische samenstelling van de grond door de Ca+Mg-toediening duidelijker beïnvloed dan die van de grond in de boomstrook gedurende drie proefjaren. In het laatste geval zal door de beschermende werking van de boomkruin en ook door de vochtopname van de boom - in de boomstrook zijn er al in de bovenste laag veel kleine worteltjes aanwezig - de hoeveelheid water, die werkelijk door het profiel stroomt, veel kleiner zijn.

Door toediening van calcium met magnesium steeg het Mg-gehalte van de grond sterk, vooral bij de sulfaatvorm. Het verdringend effect op het kaligehalte van de grond was gering, de sulfaatvorm deed nog iets, de carbonaatvorm niets. In de laboratoriumproef werd 11% van het uitwisselbare kalium verdreven door een gift aan Ca en Mg, die vier maal groter was dan de aanwezige hoeveelheid. In het veld was het effect maar gering en het is op deze wijze niet mogelijk in een paar jaar de jarenlange K- aanrijking, ontstaan in de boomstrook door zware bemesting en mulchen, bevredigend terug te dringen.

Ook het effect van de Ca+Mg-toediening op de blad- en vruchtsamenstelling was gering. In de vrucht werd het kaligehalte (zoals gewenst) wel verlaagd, maar in een mate, die geen praktische betekenis heeft. Het magnesiumgehalte werd wat verhoogd door de sulfaatvorm, vergeleken met de carbonaatvorm, wat gezien de kans op het optreden van stip als ongunstig kan worden aangemerkt.

In tegenstelling tot het uitblijven van duidelijke veranderingen in de blad- en vruchtsamenstelling gaf toch de Ca+Mg-gift in 1970, een jaar met verminderde bewaarkwaliteit, lagere stip- en zachtpercentages. Het is zonder meer niet duidelijk waarop deze invloed berust.

Waarschijnlijk door de relatief lage grasproductie bleef een duidelijk effect van het mulchen uit. Het reeds hoge kaligehalte van de grond werd iets verhoogd, maar in het blad en de vrucht viel het kaligehalte wat lager uit. Opmerkelijk was wel het hoge gehalte aan in water oplosbare calcium op de gemulchte veldjes.

6. SAMENVATTING

In een boomgaard op koolzure-kalkhoudende zeeklei werd getracht de in de boomstrook opgehoopte kali terug te dringen door toediening van calcium en magnesium.

Door calcium en magnesium in sulfaatvorm werd het kaligehalte van de grond iets verlaagd, deze elementen in carbonaatvorm hadden geen effect. Het magnesiumgehalte van de grond werd door deze meststoffen, vooral door sulfaat, aanzienlijk verhoogd.

In een van de drie proefjaren was het percentage stip en zacht lager op de veldjes met calcium en magnesium, maar dit laat zich niet door de blad- en vruchtsamenstelling verklaren, daar deze onder invloed van de behandelingen nauwelijks veranderden.

De meststoftoediening was gecombineerd met het niet en wel mulchen van het gemaaide gras op de boomstrook. Er kwam bij de al aangerijkte grond geen duidelijk effect van het mulchen naar voren op de grond-, blad- en vruchtsamenstelling en op de bewaarkwaliteit, noch een wisselwerking met de meststofgift, behalve een sterke verhoging van het in water oplosbare calcium van de grond.

7. LITERATUUR

Boon, J. van der en Das, A., 1972, Onderzoek naar de invloed van grasstrokencultuur op de chemische bodemyruchtbaarheid in de fruitteelt, Rapp. Rijkstuinbouwconsulentschap Bodemaangelegenheden, Wageningen, 19 pp., 2 bijl.