proefstation voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond

Wortelverbruining bij snijmaïs

– resultaten van onderzoek tussen 1986 en 1988 –

J. Schröder,[1])
A. G. M. Ebskamp[2])
K. Scholte[3])

verslag nr. 93
oktober 1989

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS
0000 0968 5062

[1]) Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond
LELYSTAD

[2]) Rijksinstituut voor het Rassenonderzoek van Cultuurgewassen
WAGENINGEN

[3]) Landbouwuniversiteit, Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde
WAGENINGEN

PROEFSTATION
LELYSTAD

Edelhertweg 1, postbus 430, 8200 AK Lelystad, tel. 03200-22714

JSN 501525 serie JSN. 57053

VOORWOORD

Dit verslag geeft een samenvatting van het onderzoek dat tussen 1986 en 1988 is verricht rond wortelverbruining bij snijmaïs. Directe aanleiding hiertoe vormden de resultaten van meerjarig vruchtwisselingsonderzoek aan de Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde van de Landbouwuniversiteit te Wageningen. Uit dat onderzoek bleek dat de continuteelt van maïs meer opbrengst kan kosten dan tot op dat moment werd vermoed. Als belangrijkste oorzaak worden schimmels aangemerkt; deze veroorzaken een ziektebeeld dat wortelverbruining of wortelrot wordt genoemd. Tussen 1986 en 1988 is vervolgens in een gemeenschappelijk onderzoek van PAGV, RIVRO en LUW nagegaan in welke mate deze ziekte in de praktijk voorkomt in Nederland. Voorts is bestudeerd in hoeverre sprake is van vatbaarheidsverschillen tussen snijmaïsrassen.
De uitvoering van dit onderzoek was onmogelijk geweest zonder de hulp van vele anderen. In bijzonder willen wij noemen: H. van der Locht en zijn team van bedrijfsvoorlichters (CR Waalre), H. Brinks (CRA Tiel), O. Hofenk (CR Arnhem), L. Haalstra (LUW), A. Maenen (LUW), K. Zaal (LUW), J. Kassies (CRO), C. Huys (ROC Vredepeel), W. Müller (ROC Heino), Th. Huiskamp (PAGV), J. Lamers (PAGV), medewerkers van de Proefveldendienst van het RIVRO, de proefbedrijven van PAGV en LUW en de studenten G. Glas en M. Spiga. We zijn de Werkgroep Maïs van het Nederlands Graan Centrum erkentelijk voor de financiële steun die zij in 1987 aan het onderzoek gegeven heeft. Onze dank gaat vanzelfsprekend ook uit naar de vele snijmaïstelers die hun percelen voor het onderzoek beschikbaar stelden.

de auteurs

SAMENVATTING

Uit een gemeenschappelijk onderzoek van PAGV, RIVRO en LUW tussen 1986 en 1988 is gebleken dat wortelverbruining bij snijmaïs in alle jaren algemeen voorkomt. De opbrengstderving die hiervan het gevolg is, verschilt van jaar tot jaar. Vruchtwisseling is een effectieve methode om wortelverbruining en de daarmee gepaard gaande opbrengstderving te beperken.
Tussen rassen blijken vatbaarheidsverschillen te bestaan. De rangorde van rassen op verschillende data en locaties en in verschillende jaren is hierbij constant. Uit het onderzoek bleek dat verschillen in vatbaarheid van belang kunnen zijn bij het beperken van opbrengstdervingen.

SUMMARY

Joint research between 1986 and 1988 showed that root rot in forage maize is a widespread phenomenon occuring every year. The resulting yield depression varies from one year to another. Crop rotation is an effective measure to reduce both root rot and the yield depression associated with it.
Cultivars differ in their resistance to root rot. The ranking of cultivars on different dates and locations and in different years is consistent. Research showed that differences in resistance may be useful for the reduction of yield depressions.

Inhoud blz.

VOORWOORD
SAMENVATTING
SUMMARY

1. INLEIDING 1

2. MATERIALEN EN METHODEN 4
2.1 Overzicht van het verrichte onderzoek 4
2.1.1 Enquête naar het optreden van wortelverbruining in de praktijk 4
2.1.2 Verschillen in vatbaarheid tussen maïsrassen 4
2.1.3 Persistentie van verschillen in vatbaarheid tussen maïsrassen 5
2.1.4 Vruchtwisselingsproeven met maïs 5
2.2 Wijze van bemonstering 5
2.3 Wijze van beoordeling 6
2.4 Weersomstandigheden 6

3. RESULTATEN 10
3.1 Enquête naar het optreden van wortelverbruining in de praktijk 10
3.2 Verschillen in vatbaarheid tussen maïsrassen 11
3.2.1 Resultaten in 1986 11
3.2.2 Resultaten in 1987 11
3.2.3 Resultaten in 1988 14
3.3 Persistentie van verschillen in vatbarheid tussen maïsrassen .. 14
3.4 Samenvatting van de tussen 1986 en 1988 gevonden rasverschillen 15
3.5 Relaties tussen wortelverbruining en de drogestofopbrengst van snijmaïs 18
3.6 Relaties tussen wortelverbruining en andere raseigenschappen .. 20
3.7 Vruchtwisselingsproeven met maïs 21
3.7.1 Vruchtwisselingsproef op ROC Vredepeel in 1987 21
3.7.2 Vruchtwisselingsproef op het PAGV-proefbedrijf in 1987 en 1988 22
3.7.3 Vruchtwisselingsproef op de Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde (LUW) in 1987 en 1988 22

4. DISCUSSIE 24

Inhoud blz.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 26

LITERATUUR 28

Bijlagen

1. INLEIDING

Bodemverdichting en populaties van lastige onkruiden kunnen versterkt optreden bij de continuteelt van maïs. Beide verschijnselen kosten veel opbrengst maar zijn in sterke mate te voorkomen door een zorgvuldige teeltwijze. Bij een hoge teeltfrequentie van maïs nemen ook aaltjes toe in aantal, maar op zandgrond richten die geen of nauwelijks schade aan (Maenhout e.a., 1983). Op kleigrond kan Pratylenchus neglectus (Scholte, niet gepubliceerd) wel schade veroorzaken. Naarmate maïs frequenter in het bouwplan voorkomt, neemt de gezondheid van het wortelstelsel af (Boer, 1984; Krüger en Speakman, 1984; Krüger, 1985; Scholte, 1987). Dit ziektebeeld wordt wortelverbruining of wortelrot genoemd. De oorzaak van de aantasting zijn schimmels. Scholte (1987) houdt Pythium arrhenomanes als belangrijkste schimmelsoort verantwoordelijk voor wortelverbruining en in mindere mate Fusarium spp. In Duitsland worden Fusarium culmorum, F. oxysporum, F. sacchari, Microdochium bolleyi, een niet geïdentificeerd zwart mycelium en Pythium spp. (met name P. graminicola) als veroorzakers aangemerkt (Krüger en Speakman, 1984; Krüger, 1985).
De eerste aantastingen zijn reeds half juni waarneembaar. Ze worden steeds ernstiger naarmate het groeiseizoen vordert. Ook aanvankelijk gezonde gewassen verslijten geleidelijk waarna hun wortelstelsel aangetast raakt. Onder vochtige omstandigheden neemt de aantasting veel sneller toe dan onder droge. Dit lijkt samen te hangen met het feit dat Pythium dan grotere infectiekansen heeft. Dit betekent dat de perceelsontwatering, beregening en weersomstandigheden ook een rol spelen.
Een goede kalivoorziening kan volgens Krüger (1985) niet alleen stengelrot maar ook wortelverbruining beperken. Uit onderzoek van Scholte (1987) bleek echter niet dat er bij een hoge kali-aanvoer met mest, minder verbruining optreedt. Scholte (1987) vond in twee vruchtwisselingsproeven bij continuteelt een 10-20% lagere opbrengst dan wanneer snijmaïs slechts éénmaal per vier of vijf jaar op hetzelfde perceel werd geteeld. Hij schreef lagere opbrengsten volledig toe aan het optreden van wortelverbruining. Bodemverdichting en onkruiden traden in deze proeven niet op, terwijl aangetoond werd dat nematoden geen invloed hadden op de opbrengstdepressie.
Krüger (1985 en 1987) wijst op het bestaan van rasverschillen ten aanzien van de vatbaarheid voor wortelverbruining. Een eerste Nederlandse aanwijzing voor vatbaarheidsverschillen, geven de resultaten van een factoranalyse in Twente (Boer, 1984). Het ras LG 11 leek ondanks een relatieve vroegheid, minder aangetast te worden dan het ras Dorina (tabel 1).

Tabel 1. Wortelverbruining bij snijmaïs in september in relatie tot ras en voorvrucht (Factoranalyse Snijmaïs 1981-1982; Boer, 1984).

ras	voorafgaand aantal jaren snijmaïs:		
	0 tot 3	4 tot 6	7 tot 10
Dorina	5,9	4,5	3,6
LG 11	6,7	5,9	4,2

(0 = veel; 10 = geen verbruining).

Stengelrot kan uitgroeien tot wortelrot en omgekeerd. In principe echter gaat het om verschillende ziekten die elk ook goed los van elkaar kunnen bestaan (Krüger, 1985). De resistentie tegen wortelrot heeft volgens Krüger (1987) voor een deel dezelfde achtergrond als die tegen stengelrot. Bij selectie op stengelrotresistentie wordt zo ongemerkt ook op wortelrotresistentie veredeld (fig. 1). Verder vond Krüger geen aanwijzingen dat deze resistentie in de loop der jaren doorbroken wordt.

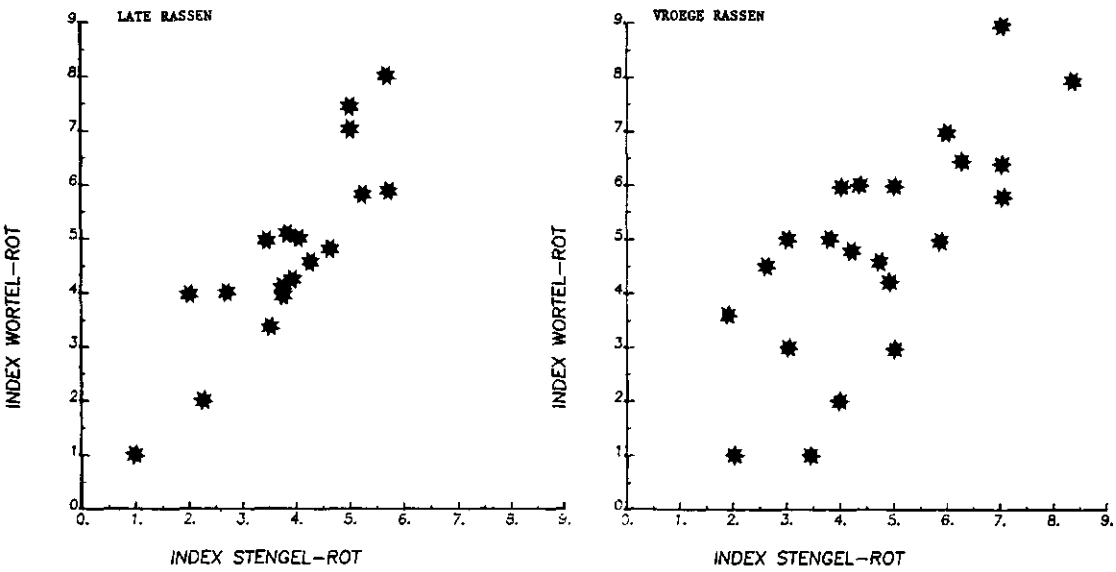


Fig. 1. Verband tussen de aantasting door stengelrot en de aantasting door wortelrot bij verschillende snijmaïsrassen (Krüger, 1987).

Niet duidelijk is of alle rassen in maïsrijke rotaties in gelijke mate met opbrengstdervingen reageren. De rangorde van rassen naar opbrengst zou afhankelijk kunnen zijn van het al dan niet aanwezig zijn van een inoculumpotentiaal c.q. het optreden van wortelverbruining.
Voornoemde gegevens gaven aanleiding tot het tussen 1986 en 1988 uitgevoerde onderzoek. Dit onderzoek beoogde vast te stellen in welke mate:

- wortelverbruining in de praktijk optreedt;
- er verschillen in vatbaarheid bestaan tussen maïsrassen;
- de rangorde van rassen naar opbrengst, bepaald wordt door het optreden van wortelverbruining;
- opbrengstverschillen tussen rotaties verband vertonen met verbruiningsverschillen tussen rotaties.

2. MATERIALEN EN METHODEN

2.1 Overzicht van het verrichte onderzoek

2.1.1 Enquête naar het optreden van wortelverbruining in de praktijk

In 1986 vond in nauwe samenwerking met het CR in Waalre en het CRA in Tiel, een enquête plaats naar het optreden van wortelverbruining in de praktijk. Hierbij werd de snijmaïs van 91 praktijkpercelen op wortelgezondheid beoordeeld. Deze percelen werden in gelijke mate verdeeld over de Veluwe en Oost-Brabant. Ten aanzien van de vruchtopvolging moesten de percelen aan de in tabel 2 gestelde voorwaarden voldoen.

Tabel 2. Definiëring van de onderzochte teeltfrequenties in de enquête van praktijkpercelen in 1986 (M = maïs, A = ander gewas dan maïs).

rotatie		jaar						
		1986	1985	1984	1983	1982	1981	1980
continuteelt maïs	(1:1)	M	M	M	M	M	M	M of A
eenmaal per 3 jaar maïs	(1:3)	M	A	A	M	A	A	M
	of:	M	A	A	A	M	A	M
eenmaal per 6 jaar maïs of ruimer	(1:6)	M	A	A	A	A	A	M of A

Bij een lage teeltfrequentie (1:6 of ruimer) was in de meeste gevallen grasland de voorvrucht van maïs en bij de 1 op 3-teelt in het algemeen aardappelen en suikerbieten. Het betrof steeds zandgrondpercelen waarbij in geen enkel geval meer dan 150-200 m^3 drijfmest ha^{-1} was verstrekt, gerekend vanaf de herfst van 1985. De maïs was in alle gevallen in april of mei gezaaid. Op 80 van de 91 percelen betrof het de rassen Brutus, Dorina, Splenda en Irla. De rassen waren min of meer regelmatig over de teeltfrequenties verdeeld; Dorina kwam relatief weinig en Irla relatief veel voor op continuteeltpercelen (bijlage 2).

2.1.2 Verschillen in vatbaarheid tussen maïsrassen

In 1986, 1987 en 1988 is de wortelgezondheid van afzonderlijke maïsrassen beoordeeld. Tabel 3 geeft een overzicht van de hiervoor gebruikte proeven. In 1986 vond dit eind september plaats in een regionale rassenproef op ROC Heino. In

beide andere jaren vond de beoordeling op meerdere tijdstippen plaats. Hierbij werd gebruik gemaakt van monsters uit RIVRO-proeven van verschillende locaties. Vervolgens is nagegaan in hoeverre de opbrengstrangorde van rassen in verband gebracht kan worden met verschillen in vatbaarheid voor wortelverbruining.

2.1.3 Persistentie van verschillen in vatbaarheid tussen maïsrassen

In 1987 vond op de Vakgroep Landbouwplantenteelt (LUW) een potproef plaats. In deze proef werd nagegaan of er ten aanzien van wortelverbruining interacties bestaan tussen de herkomst van de grond en de vatbaarheid voor wortelverbruining. Hiertoe werd een aantal rassen geteeld op grond die afkomstig was van 7 verschillende continuteeltpercelen. Het betrof de rassen Gracia, Splenda, Frida, Scana, Dorina, Sanora, Brutus en Bastion.

2.1.4 Vruchtwisselingsproeven met maïs

In 1987 en 1988 werd door de Vakgroep Landbouwplantenteelt (LUW) een veldproef uitgevoerd op een zandgrond in Wageningen Hoog. Hierin werd bij een lage teeltfrequentie (1:12) en een hoge teeltfrequentie (1:1) een vergelijking gemaakt tussen twee maïsrassen (Brutus en Gracia) die sterk verschillen in hun vatbaarheid voor wortelverbruining.
In 1987 en 1988 werd door het PAGV een veldproef uitgevoerd op een kleigrond in Lelystad. Hierin werd een vergelijking gemaakt tussen de teelt van maïs in continuteelt (9 jaar) en de teelt op grond waar nooit eerder maïs heeft gegroeid. Het onderzoek vond plaats met één ras (LG 11).
In 1987 deed zich op ROC Vredepeel de gelegenheid voor om na te gaan hoe maïs op een 4-tal voorvruchtsequenties reageert. De voorvruchten bestonden hierbij in meerdere of mindere mate uit maïs. Het onderzoek vond plaats met één ras (Sonia).

2.2 Wijze van bemonstering

In 1986 werden per perceel (enquête) of per veldje (rassenproef) circa 15 planten uitgegraven. In 1987 en 1988 werd dit aantal gereduceerd tot 5 à 6 planten. De planten werden at random gekozen, rondom diep losgestoken en vervolgens opgewipt. Aanhangende grond werd ter plekke voorzichtig losgeklopt. Het wortelstelsel werd intact gelaten door circa 10 cm stoppel mee te oogsten. Deze wortelstelsels werden in plastic zakken verpakt en zo spoedig mogelijk koel (3°C) weggezet. In 1986 werden de wortels binnen een week, in 1987 en 1988

dezelfde of volgende dag gespoeld. In de LUW-potproef van 1987 werden van iedere ras-grond-combinatie 6 potten met elk 3 planten van grond ontdaan en gespoeld.

2.3 Wijze van beoordeling

De beoordeling vond in alle proeven binnen een half uur na spoelen plaats. De beoordeling geschiedde aan de hand van individuele planten. De beoordelingsschaal is gekoppeld aan een nauwe omschrijving (tabel 4). Figuur 2 geeft een illustratie van de gebruikte schaal. Deze schaal volgt het gebruikelijke verloop waarbij de eerst aangelegde wortels ook het eerst worden aangetast. In 1988 deed zich echter de situatie voor dat de buitenste bijwortels soms aangetast waren, terwijl de zaadwortel en binnenste krans van bijwortels nog gezond waren. Hiervoor is het uiteindelijk toegekende cijfer gecorrigeerd door een bonus of malus toe te kennen op basis van de conditie van de zaadwortel en de binnenste bijwortels (tabel 5). Om een verloop in de beoordeling binnen een dag te vermijden, werden een aantal wortelstelsels per beoordelingstijdstip in water bewaard.

2.4 Weersomstandigheden

In bijlage 1 wordt een uitgebreid overzicht gegeven van temperatuur en neerslag. In 1986 startte het groeiseizoen warm en eindigde het met koel en droog weer. In 1987 was de eerste maanden sprake van koud en nat weer; pas aan het einde van het seizoen waren temperatuur en neerslag normaal. In 1988 werd het groeiseizoen gedurende de eerste maanden gekenmerkt door bovennormale temperaturen en een benedennormale neerslag; de rest van het groeiseizoen was normaal met uitzondering van een natte juli-maand.

Tabel 3. Onderzoek aan wortelverbruining bij snijmais 1986 t/m 1988.

aspect	jaar	opzet	locatie	vruchtopvolging*	1988	1987	1986	1985	1984	1983	1982	1981	grondsoort	ras	zaaidatum	oogstdatum
rassen	1986	rassenproef ROC Heino	Heino	continu mais			M	M	M	M	M	M	zand	divers		
	1987	rassenproef RIVRO	Sleen	niet eerder mais		M	A	A	A	A	A		zand	divers	25-4	20-10
	1987	rassenproef RIVRO	Ootmarsum	continu mais		M	M	M	M	M	M		zand	divers	24-4	15-10
	1987	rassenproef RIVRO	Alphen	om het andere jaar mais		M	A	M	A	M	A		zand	divers	29-4	13-10
	1987	rassenproef RIVRO	Ede	continu mais		M	M	M	M	M	M		zand	divers	4-5	26-10
	1987	rassenproef RIVRO	Delwijnen	continu mais		M	M	M	M	M	M		rivierklei	divers	1-5	12-10
	1987	rassenproef ROC Heino	Heino	continu mais		M	M	M	M	M	M		zand	divers	22-4	28-10
	1987	rassen(pot)proef LUW	Wageningen	continu mais		M	M	M	M	M	M		zand	divers	10-4	22- 6
	1988	rassenproef RIVRO	Erm	niet eerder mais	M	A	A	A	A	A			zand	divers	28-4	3-10
	1988	rassenproef RIVRO	Ootmarsum	continu mais	M	M	M	M	M	A			zand	divers	25-4	4-10
	1988	rassenproef RIVRO	Ootmarsum	niet eerder mais	M	A	A	A	A	A			zand	divers	26-4	n.v.t.
	1988	rassenproef RIVRO	Alphen	om het andere jaar mais	M	A	M	A	M	A			zand	divers	29-4	20-9
	1988	rassenproef RIVRO	Wageningen	om het andere jaar mais	M	A	M	A	M	A			zand	divers	4-5	22-9
	1988	rassenproef RIVRO	Deil	continu mais	M	M	M	M	M	M			rivierklei	divers	2-5	5-10
vruchtopvolging/ rassen	1986	enquête praktijkpercelen	Veluwe, Oost-Brabant	divers	(zie tabel 2)								zand	vnl. Brutus, Dorina, Splenda, Irla	divers	divers
	1987	vruchtwisselingsproef LUW	Wageningen	continu mais en niet eerder mais	en	M	M	M	M	M	M		zand	Brutus en Gracia	22-4	22-10
	1988	vruchtwisselingsproef LUW	Wageningen	continu mais en niet eerder mais	en M	M	M	M	M	M			zand	Brutus en Gracia	26-4	4-10
vruchtopvolging	1987	vruchtwisselingsproef ROC Vredepeel	Vredepeel	divers	(zie tabel 19)								zand	Sonia	1-5	23-10
	1987	vruchtwisselingsproef PAGV	Lelystad	continu mais en niet eerder mais	en	M	M	M	M	M	M		zeeklei	LG 11	25-4	9-11
	1988	vruchtwisselingsproef PAGV	Lelystad	continu mais en niet eerder mais	en M	M	M	M	M	M			zeeklei	LG 11	2-5	19-10

(* M = mais, A = ander gewas dan mais)

Tabel 4. De beoordelingsschaal voor wortelverbruining bij maïs (zie ook figuur 2).

cijfercode	beschrijving
10	geen aantasting
9	alleen zaadwortel aangetast
8	binnenste (eerste) bijwortels licht tot matig aangetast
7	binnenste (eerste) bijwortels volledig aangetast
6	ook buitenste bijwortels (steunwortels) voor 0- 10% aangetast
5	ook buitenste bijwortels (steunwortels) voor 10- 25% aangetast
4	ook buitenste bijwortels (steunwortels) voor 25- 50% aangetast
3	ook buitenste bijwortels (steunwortels) voor 50- 75% aangetast
2	ook buitenste bijwortels (steunwortels) voor 75-100% aangetast
1	alle wortels vrijwel verrot
0	wortelstelsel volledig verrot

Tabel 5. Correctiecijfer bij de beoordeling van wortelverbruining in 1988 op basis van de conditie van de zaadwortel en binnenste bijwortels.

cijfercode	beschrijving	bonus/malus
8	zaadwortel en binnenste bijwortels niet aangetast	+ 1,8
7	zaadwortel licht, binnenste bijwortels niet aangetast	+ 1,5
6	zaadwortel en binnenste bijwortels voor 0- 10% aangetast	+ 1,2
5	zaadwortel en binnenste bijwortels voor 10- 25% aangetast	+ 0,9
4	zaadwortel en binnenste bijwortels voor 25- 50% aangetast	+ 0,6
3	zaadwortel en binnenste bijwortels voor 50- 75% aangetast	+ 0,3
2	zaadwortel en binnenste bijwortels voor 75-100% aangetast	± 0,0
1	zaadwortel en binnenste bijwortels voor 100% aangetast	- 0,3

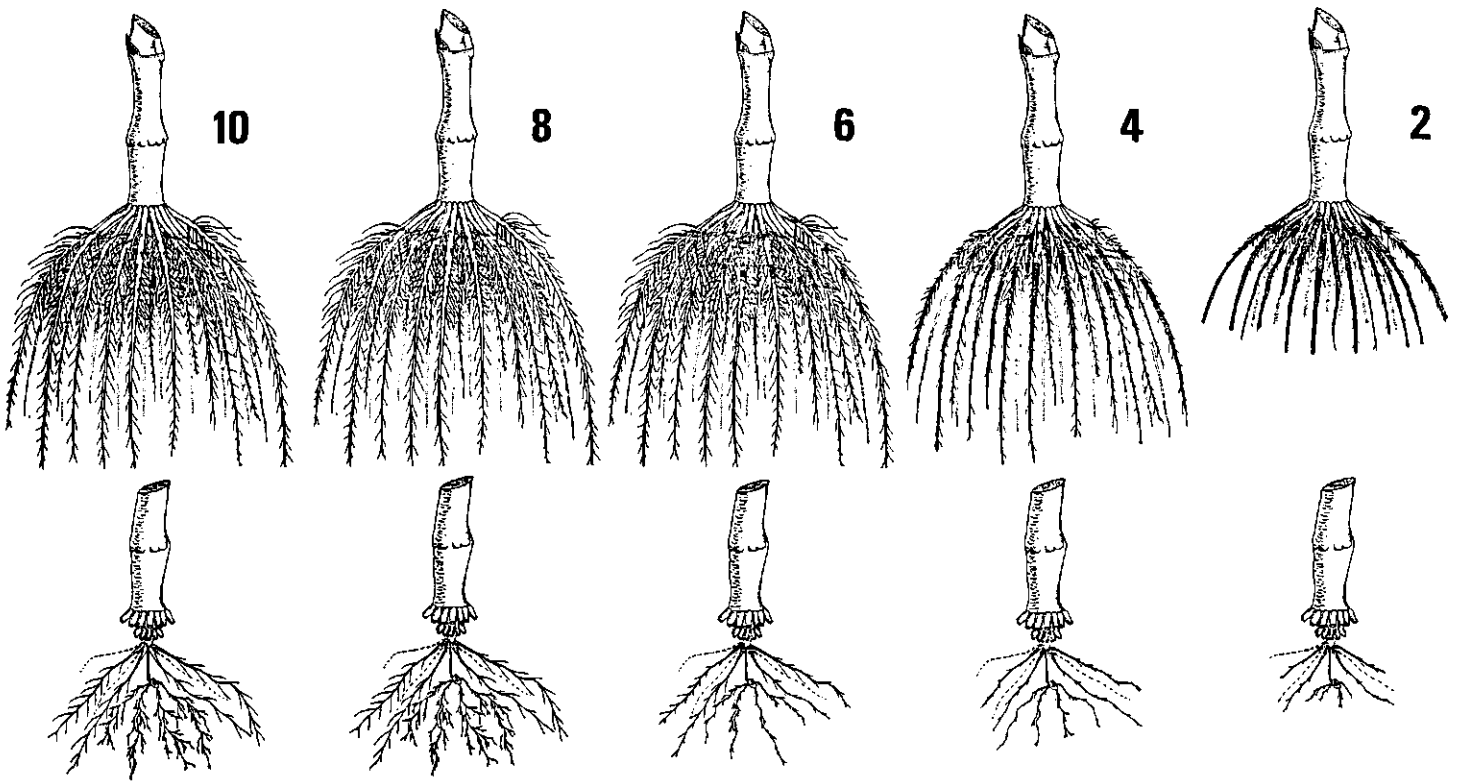


Fig. 2. De beoordelingsschaal voor wortelverbruining bij maïs (zie ook tabel 4).

3. RESULTATEN

3.1 Enquête naar het optreden van wortelverbruining in de praktijk

De teeltfrequentie bleek in hoge mate bepalend voor de wortelgezondheid (tabel 6). Bij continuteelt van maïs waren, gemiddeld gesproken, behalve de zaad- en binnenste bijwortels, ook de buitenste bijwortels voor 25% aangetast. Bij de lage teeltfrequentie was, gemiddeld gesproken, alleen de zaadwortel aangetast. De verschillen tussen de teeltfrequenties waren significant (P<0,001). Covariantie-analyse met de rassen als covariabele gaf geen verdere verbetering van de significantie. Tussen de beide regio's bestond weinig verschil (tabel 7).

Tabel 6. Frequentieverdeling (%) over de verschillende verbruiningsklassen (0 = veel, 10 = geen) per teeltfrequentie (beoordeling rond 24 september).

verbruiningsklasse	teeltfrequentie:		
	1:6	1:3	1:1
0.0 - 2.0	0	0	0
2.1 - 4.0	0	4	37
4.1 - 6.0	3	28	49
6.1 - 8.0	7	36	14
8.1 -10.0	90	32	0
gemiddelde verbruining	8,9 a*	6,9 b	4,5 c
aantal percelen	31	25	35

* Ongelijke letters duiden op significante (P<0,001) verschillen (volgens de breedtetoets van Tukey).

Tabel 7. Gemiddelde verbruining (0= veel, 10 = geen) per regio en per teeltfrequentie (beoordeling rond 24 september).

regio	rotatieklasse:		
	1:6	1:3	1:1
Veluwe	8,5	6,5	4,7
Oost-Brabant	9,4	7,4	4,3

3.2 Verschillen in vatbaarheid tussen maïsrassen

3.2.1 Resultaten in 1986

In 1986 bleek dat er verschillen in vatbaarheid bestaan tussen rassen. Er bestond hierbij een sterke overeenkomst tussen de rangorde van rassen op praktijkpercelen in Oost-Brabant en op de Veluwe enerzijds en de rangorde van rassen in een rassenproef op ROC Heino anderzijds (tabel 8). Niet uitgesloten kan worden dat de relatief sterke verbruining van LG 2080 samenhangt met de vroegheid van dat ras; het late beoordelingstijdstip (24 september) weerspiegelt niet alleen de vatbaarheid voor verbruining, maar mogelijk ook de vroegrijpheid.

Tabel 8. Correlatiecoëfficiënten (r) van het verband tussen wortelverbruining van snijmaïsrassen op diverse locaties bij continuteelt (alleen Alphen 1:2 teelt).

	jaar	locatie	datum	aantal rassen	correlatiematrix	
object					1	2
1	1986	Heino	24/9	4		
2	1986	Veluwe/Oost-Brabant	24/9	4	0,79	
1	1987	Heino	8/9 en 22/9[a]	15		
2	1987	Ootmarsum	9/9 en 22/9[a]	15	0,93***	
1	1987	Heino	8/9 en 22/9[a]	5		
2	1987	Ootmarsum	9/9 en 22/9[a]	5	0,91*	
3	1987	Wageningen[b]	22/6	5	0,98***	0,90*
1	1988	Ootmarsum	15/8 en 6/9[a]	25		
2	1988	Alphen	20/8	25	0,82***	

a) gemiddeld over beide data

b) potproef LUW

* en ***: de correlatiecoëfficiënt r verschilt significant van 0 bij respectievelijk $P<0,05$ en $P<0,001$.

3.2.2 Resultaten in 1987

In 1987 bleken opnieuw vatbaarheidsverschillen te bestaan tussen rassen. Vooral na half augustus trad hierbij een goede samenhang op tussen de beoordelingen op

verschillende data (tabel 9). In 1987 was de samenhang in Heino evenwel het laagst wanneer de waarnemingen van 13 oktober werden gecorreleerd met die van vroegere oogstdata. Bij continuteelt was vanaf half juli reeds sprake van aantasting. Deze nam in de loop van het seizoen sterk toe (fig. 3). Alle rassen werden aangetast, de verschillen in vatbaarheid zijn slechts gelegen in het moment waarop een ras een zeker aantastingsniveau bereikt. Bij een lage teeltfrequentie bleven alle rassen tot eind september onaangetast. Pas in de loop van oktober, toen het gewas afstierf, trad enige aantasting op. Er bestond een goed verband tussen de mate van aantasting van rassen op continuteeltpercelen in Heino en Ootmarsum (tabel 8).

Tabel 9. Correlatiecoëfficiënten (r) van het verband tussen wortelverbruining van snijmaïsrassen op diverse data binnen een jaar en locatie bij continuteelt (alleen Alphen 1:2 teelt).

	jaar	locatie	datum	aantal rassen	correlatiematrix				
object					1	2	3	4	5
1	1987	Ootmarsum	5/8	23					
2	1987	Ootmarsum	26/8	23	0,91***				
3	1987	Ootmarsum	9/9	23	0,84***	0,88***			
4	1987	Ootmarsum	22/9	23	0,85***	0,91***	0,88***		
5	1987	Ootmarsum	13/10	23	0,85***	0,92***	0,86***	0,92***	
1	1987	Heino	15/7	15					
2	1987	Heino	5/8	15	0,71**				
3	1987	Heino	26/8	15	0,70**	0,68**			
4	1987	Heino	9/9	15	0,65**	0,79***	0,90***		
5	1987	Heino	22/9	15	0,65**	0,70**	0,94***	0,90***	
6	1987	Heino	13/10	15	0,50*	0,58*	0,83***	0,82***	0,90***
1	1988	Alphen	10/8	6					
2	1988	Alphen	20/8	6	0,95**				
3	1988	Alphen	16/9	6	0,99***	0,96***			
1	1988	Ootmarsum	15/8	25					
2	1988	Ootmarsum	6/9	25	0,85***				

*, ** en ***: de correlatiecoëfficiënt r verschilt significant van 0 bij respectievelijk P<0,05, P<0,01 en P<0,001.

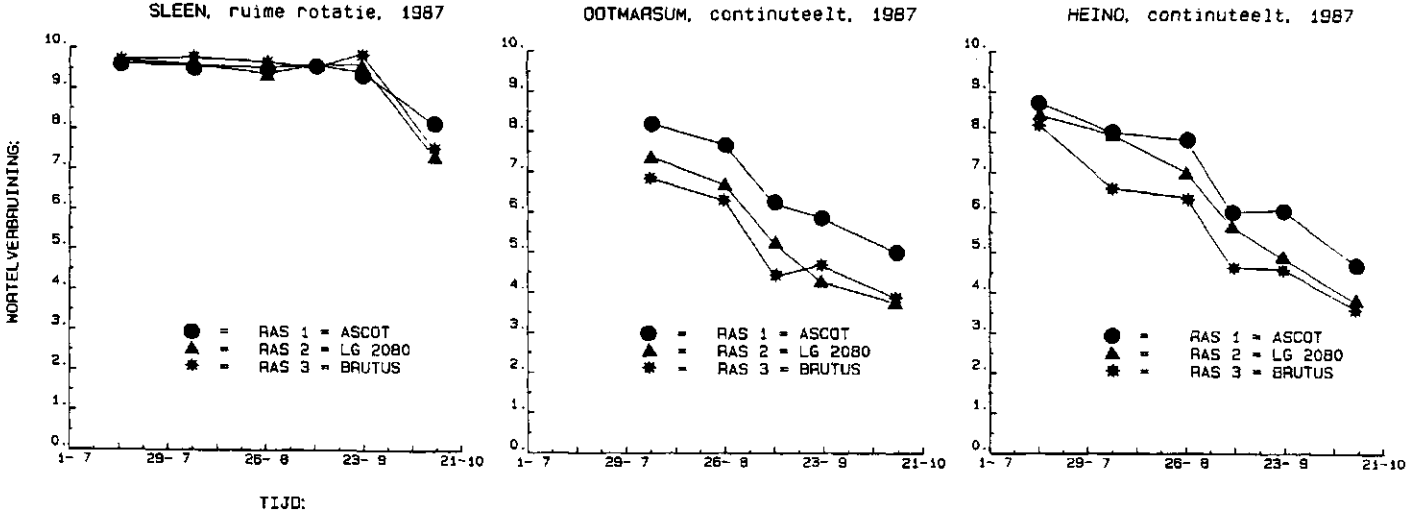


Fig. 3. Verloop van de wortelverbruining van drie snijmaïsrassen bij een lage (Sleen) en hoge (Ootmarsum en Heino) teeltfrequentie van maïs (1987).

3.2.3 Resultaten in 1988

In 1988 herhaalden zich de in beide eerdere jaren geconstateerde vatbaarheidsverschillen. Tussen de mate van aantasting van rassen op de proefvelden in Ootmarsum en Alphen bestond in 1988 een goed verband (tabel 8). Opnieuw werd een sterk verband gevonden tussen de beoordelingen op verschillende data (tabel 9). Overeenkomstig het beeld uit 1987 was er sprake van een sterke aantasting van maïs op zandgrond bij een hoge teeltfrequentie. Hierbij viel op dat wortels van snijmaïs in een 1 op 2-teelt in dezelfde mate werden aangetast als in een continuteelt. Bij een lage teeltfrequentie was de wortelverbruining in 1988 opnieuw zo goed als afwezig en bleven de wortels tot aan het einde van het seizoen blank. De wortelaantasting was bij continuteelt op rivierklei geringer dan op zandgrond. Dit was des te opvallender wanneer men in aanmerking neemt dat de beoordeling op rivierklei later plaatsvond dan op zandgrond (tabel 10).

Tabel 10. Wortelverbruining bij snijmaïs in relatie tot ras, vruchtopvolging en grondsoort in 1988.

grondsoort	: zand				rivierklei
vruchtopvolging	: niet eerder maïs	niet eerder maïs	om het andere jaar maïs	continu maïs	continu maïs
plaats	: Erm	Ootmarsum	Alphen	Ootmarsum	Deil
datum	: 12 september	6 september	16 september	6 september	16 september
ras: Brutus	9,3	8,6	3,0	3,7	4,3
Irla	8,7	9,4	3,0	3,9	5,7
Splenda	8,7	8,5	4,1	4,4	7,1
Gracia	-	9,1	4,2	5,0	6,6
Diabolo	9,1	-	3,4	3,2	5,8
Pursan	-	-	3,1	2,7	4,0
LSD (P<0,05)	n.s.	n.s.	0,7	0,8	0,9

3.3 Persistentie van verschillen in vatbaarheid tussen maïsrassen

Uit de gegevens van de potproef met verschillende grondherkomsten (tabel 11) bleek dat de rangorde van rassen ten aanzien van hun vatbaarheid voor wortelverbruining, niet essentieel afhing van de herkomst van de grond. Ook de samenhang tussen de potproef en andere rassenproeven in dat jaar was goed (tabel 8).

Tabel 11. Reproduceerbaarheid van de rassenrangorde ten aanzien van wortelverbruining bij continuteelt bij verschillende grondherkomsten; potproef LUW, 1987.

	grondherkomst							gemiddelde
	Bakel	Someren	Achterberg	Ede	Epe	Heerde	Wag. Hoog	verbruining*
Gracia	1	1	1	3	2	1	1	6,5 a**
Splenda	2	4	2	2	1	3	3	5,8 b
Frida	3	2	3	4	5	3	2	5,6 b
Scana	4	3	4	1	3	2	5	5,4 b
Dorina	6	6	6	6	6	5	4	4,5 c
Sanora	7	8	5	5	4	6	7	4,4 c
Brutus	5	7	7	7	8	7	6	4,0 cd
Bastion	8	5	8	8	6	8	8	3,6 d

* 0 = veel, 10 = geen wortelverbruining.

** Ongelijke letters duiden op significante (P<0,05) verschillen (toets van Student-Newman-Keuls).

3.4 Samenvatting van de tussen 1986 en 1988 gevonden rasverschillen

Tussen de waarnemingen in verschillende jaren bestond eveneens een goed verband (tabel 12). Het niveau van de aantasting verschilde wel per jaar. Eind augustus waren maïswortels in 1988 sterker aangetast dan in 1987. Dit was ook eind september het geval. In 1986 lag het niveau van aantasting eind september tussen dat van 1987 en 1988 in (tabel 13).

De beoordeling van de vatbaarheid van verschillende rassen wordt samengevat in tabel 14. De cijfers beperken zich tot maïsrijke vruchtopvolgingen en, wat 1987 betreft, tot de waarnemingsdata van september. De cijfers in de laatste kolom zijn bewerkt tot een gemiddelde. Dit gemiddelde is gecorrigeerd voor het niet steeds aanwezig zijn van alle rassen in alle proeven.

Tabel 12. Correlatiecoëfficiënt (r) van het verband tussen wortelverbruining van snijmaïsrassen in de diverse jaren bij continuteelt (alleen Alphen 1:2 teelt).

	jaar	locatie	datum	aantal rassen	correlatiematrix	
object					1	2
1	1986	Heino	24/9	10		
2	1987	Heino, Ootmarsum[a]	8, 9 en 22/9[a]	10	0,71**	
3	1988	Ootmarsum, Alphen	15 en 20/8, 6/9[a]	10	0,79**	0,95***
1	1987	Heino, Ootmarsum[a]	8, 9 en 22/9[a]	14		
2	1988	Ootmarsum, Alphen[a]	15 en 20/8, 6/9[a]	14	0,95***	

a) gemiddeld over locaties respectievelijk data

** en ***: de correlatiecoëfficiënt r verschilt significant van 0 bij respectievelijk P<0,01 en P<0,001.

Tabel 13. Aantasting door wortelverbruining rond eind augustus en rond eind september in 1986, 1987 en 1988.

periode:		eind augustus			eind september		
jaar :		1986	1987	1988	1986	1987	1988
ras :	Brutus	-	6,3	4,1	3,5	4,6	3,0
	Irla	-	6,5	4,3	4,1	4,5	3,0
	Splenda	-	7,4	6,0	5,2	5,6	4,1
	Gracia	-	7,4	5,9	5,8	5,9	4,2
gemiddeld		-	6,9	5,1	4,6	5,1	3,6

Tabel 14. Vatbaarheidsverschillen bij snijmaïsrassen in 1986, 1987 en 1988.

jaar	1986	1986	1987	1987	1987	1987	1987	1988	1988	1988	gecorr.
locatie	Veluwe/ Oost-Brabant	Heino	Wage-ningen*	Ootmar-sum	Ootmar-sum	Heino	Heino	Ootmar-sum	Alphen	Ootmar-sum	gemiddeld
vruchtopvolging:	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:1	1:2	1:1	
datum van beoordeling	24/9	24/9		9/9	22/9	8/9	22/9	15/8	20/8	6/9	
ras: Aladin				6,20	5,80			6,50	7,50	5,50	6,3
Slavis				6,73	6,13	6,50	6,20	6,00	6,30	5,90	6,1
Ascot		5,10		6,20	5,87	6,00	6,07	6,30	6,90	5,30	6,0
Gracia		5,80	6,50	6,07	5,80	6,33	6,03	5,00	6,70	5,00	5,9
Elgon				6,13	5,53			5,90	7,30	4,40	5,9
Carlos				6,40	6,13			5,10	6,40	4,70	5,8
Pau 7111								5,80	5,70	4,90	5,7
Splenda	5,10	5,20	5,80	6,33	5,87	6,07	5,33	5,30	6,70	4,40	5,6
Sogetta				5,60	5,73	6,27	6,07	5,20	6,10	4,90	5,6
SEM 001				5,53	6,07						5,6
Frida			5,60								5,5
KG 4479								5,20	6,20	4,10	5,4
Robusta				5,87	5,40	5,80	5,77	4,90	5,50	4,80	5,3
Scana		4,60	5,40	5,00	5,00	5,33	5,27	5,00	5,20	4,90	5,1
DK 218				5,73	5,00			5,30	4,70	4,40	5,0
Anjou 8632				5,33	5,13			4,50	5,20	4,20	4,9
Markant				5,13	5,13	5,50	5,13				4,9
Sandrina		4,20									4,8
Dorina	4,20	4,40	4,50	4,67	4,80	5,07	5,07	4,40	4,70	3,90	4,6
Iria	4,90	4,10		4,60	4,27	5,03	4,67	3,90	4,70	3,90	4,5
Sonia		3,90		4,73	4,67	5,13	4,87	4,70	4,30	3,80	4,5
Presta				4,87	4,73	5,33	4,80	3,90	4,50	3,20	4,4
Sanora			4,40								4,4
Clipper		3,80		5,20	4,53	5,00	4,60	4,50	4,60	3,20	4,4
XCD 56								3,90	5,40	3,10	4,3
Diabolo								4,40	4,70	3,20	4,3
LG 2080		2,00		5,20	4,27	5,63	4,87	4,50	4,60	3,00	4,2
ZNL 013287								4,00	4,70	3,20	4,2
KX 943 A				4,72	4,13						4,2
Brutus	3,60	3,50	4,00	4,40	4,67	4,63	4,60	3,80	4,30	3,70	4,1
KX 968 A				4,20	4,00						3,9
Bastion			3,60								3,6
Pursan								3,30	4,00	2,70	3,5
LSD (P<0,05)	-	-	0,70	0,77	0,44	0,80	0,71	0,65	1,00	0,81	-

* potproef LUW

3.5 Relaties tussen wortelverbruining en de drogestofopbrengst van snijmaïs

De eigenschap wortelverbruining vertoonde zowel in 1987 als in 1988 een opvallend goed verband met de drogestofopbrengst (bijlage 7). Over de oorzakelijkheid van dit verband kan op grond van het bovenstaande niets geconcludeerd worden. Het valt namelijk op dat ook bij ruime vruchtwisseling waar wortelverbruining niet optrad, een positieve koppeling optrad tussen de eigenschap vatbaarheid en de opbrengst. Wel was de koppeling hier minder sterk.
Het deel van de opbrengstverschillen dat wel een mogelijk oorzakelijk verband vertoont met de vatbaarheid, blijkt uit het verschil in relatieve drogestofopbrengst tussen een ras geteeld in continuteelt en datzelfde ras geteeld in ruime vruchtwisseling. In bijlage 8 wordt nagegaan welk verband dit opbrengstverschil heeft met de wortelverbruining op de afzonderlijke data en in de tabellen 15 en 16 welk verband er bestaat met de gemiddelde verbruining. In 1987 (tabel 15) was dit verband sterk aanwezig. In 1988 (tabel 16) echter, bestond het verband niet. Het zwakst was het verband op de rivierklei. Dit gold zowel in 1987 als in 1988 en sluit goed aan bij de ervaring in 1988 dat wortelverbruining op rivierklei geringer was (tabel 10). De opbrengstverschillen in 1988 tussen de in een nauwe vruchtopvolging (om het andere jaar) geteelde maïs in Wageningen en de maïs uit de ruime vruchtwisseling in Erm, vertoonden zelfs een negatief (niet significant) verband met de vatbaarheid voor wortelverbruining. Naarmate het genoemde verband zwakker is, is er kennelijk in grote mate sprake van hetzij tolerantie, hetzij van andere ras x plaatsinteracties.

Tabel 15. Correlatiecoëfficiënten (r) van het verband tussen de relatieve meeropbrengst van snijmaïsrassen bij een lage teeltfrequentie en hun geïde wortelverbruining[a] bij continuteelt in 1987 (n=23).

1	Alphen-Sleen	Delwijnen-Sleen	Ede-Sleen
	0,81***	0,45*	0,59**

van waarnemingen in Ootmarsum op 26 augustus, 9 en 22 september

de correlatiecoëfficiënt r verschilt significant van 0 bij respectievelijk P<0,05, P<0,01 en P<0,001.

Addendum

In tabel 15 is in linkerkolom weggevallen:

Ootmarsum - Sleen
0.69**
a) gemiddelde van
*, ** en ***: de

Tabel 16. Correlatiecoëfficiënten (r) van het verband tussen de relatieve meeropbrengst van snijmaïsrassen bij een lage teeltfrequentie en hun gemiddelde wortelverbruining[a] bij continuteelt in 1988 (n=25).

Ootmarsum-Erm	Alphen-Erm	Deil-Erm	Wageningen-Erm
0,26	0,14	0,00	-0,12

* gemiddelde van waarnemingen in Ootmarsum op 15 augustus en 6 september en in Alphen op 20 augustus.

Het is mogelijk om de rassen in te delen op basis van hun vatbaarheid (bijlage 9). In tabel 17 wordt de relatieve drogestofopbrengst per vatbaarheidsgroep en per locatie aangegeven. Gemiddeld over beide jaren blijken de opbrengstverschillen tussen rassen groter te zijn op die locaties waar wortelverbruining optreedt.

Tabel 17. Gemiddelde relatieve drogestofopbrengst van snijmaïsrassen per vatbaarheidsklasse in relatie tot vruchtopvolging en grondsoort.

jaar	grondsoort	vruchtopvolging	plaats	vatbaarheid voor wortelverbruining			maximaal
				weinig	middelmatig	sterk	verschil
1987	zand	ruim	Sleen	102	102	97	5
1987	zand	om het andere jaar maïs	Alphen	107	100	89	18
1987	zand	continu maïs	Ede	107	100	94	13
1987	zand	continu maïs	Ootmarsum	106	98	93	13
1987	rivierklei	continu maïs	Delwijnen	106	100	97	9
1988	zand	ruim	Erm	106	101	95	11
1988	zand	om het andere jaar maïs	Alphen	106	95	93	13
1988	zand	om het andere jaar maïs	Wageningen	106	100	97	9
1988	zand	continu maïs	Ootmarsum	107	100	93	14
1988	rivierklei	continu maïs	Deil	105	102	94	11
gemiddeld 1987-1988:							
	zand	ruim	Sleen/Erm	104	101	96	8
	zand	om het andere jaar maïs	Alphen	107	98	91	16
	zand	continu maïs	Ootmarsum	107	99	93	14
	rivierklei	continu maïs	Delw./Deil	106	101	95	11

3.6 Relaties tussen wortelverbruining en andere raseigenschappen

In 1988 werd ook een globale waardering voor de wortelomvang gegeven (bijlage 10). Binnen de rassenproeven met een hoge teeltfrequentie van maïs (Ootmarsum 'continu' en Alphen) bestond er een sterk verband tussen wortelverbruining en wortelomvang: rassen die sterk aangetast waren, hadden dikwijls een minder omvangrijk wortelstelsel (fig. 4). De opbrengsten op deze locaties vertoonden daarom een sterk verband met zowel de wortelverbruining alsook met de wortelomvang. Rassen met een bescheiden wortelstelsel in continuteelt, hadden ook een klein wortelstelsel in proeven met een lage teeltfrequentie van maïs (Ootmarsum 'ruim'), zij het dat daar geen enkele aantasting door wortelverbruining was opgetreden. Van het proefveld met een lage teeltfrequentie van maïs in Ootmarsum zijn geen eindopbrengsten beschikbaar. Hanteert men ter vervanging hiervoor die van het proefveld in Erm, dan blijken de opbrengsten daar niet sterk door de wortelomvang verklaard te kunnen worden.

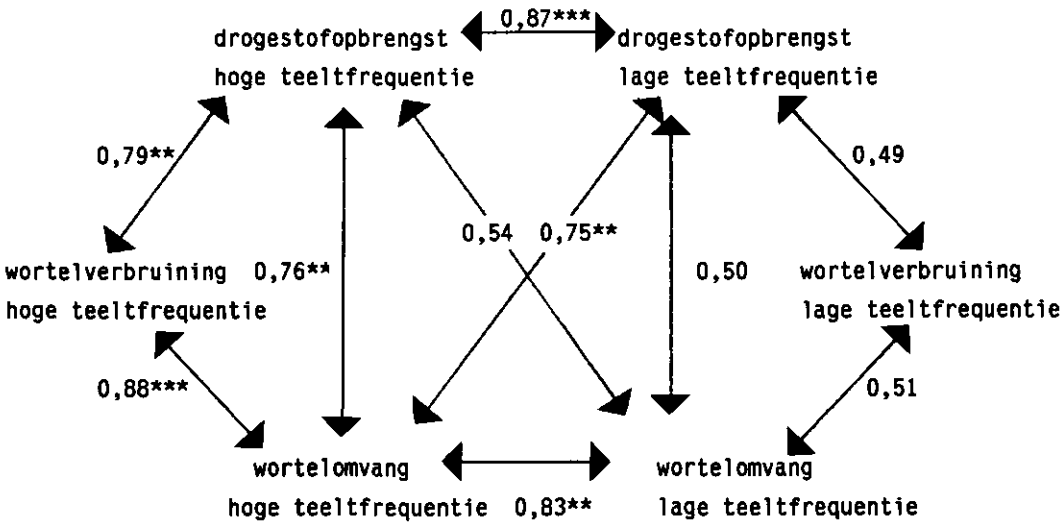


Fig. 4. Correlatiecoëfficiënten (r) van het verband tussen de gemiddelde opbrengst, wortelverbruining en wortelomvang van een 12-tal snijmaïs-rassen bij een hoge teeltfrequentie van maïs (Ootmarsum 'continu' en Alphen; 1988) en de opbrengst (Erm; 1986), wortelverbruining (Ootmarsum 'ruim'; 1988) en wortelomvang (Ootmarsum 'ruim'; 1988) bij een lage teeltfrequentie.

** en ***: de correlatiecoëfficiënt r verschilt significant van 0 bij respectievelijk P<0,01 en P<0,001.

Wortelverbruining (tabel 14) vertoont slechts een matig verband met andere eigenschappen zoals vermeld in het RIVRO-rassenbericht (Ebskamp, 1989). In tegenstelling tot het goede verband tussen vroegheid (uitgedrukt als het drogestofgehalte bij de eindoogst) en stengelrotresistentie bestaat er slechts een zwakke samenhang tussen vroegheid (uitgedrukt als het drogestofgehalte bij de eindoogst) en vatbaarheid voor wortelverbruining (tabel 18).

Tabel 18. Correlatiecoëfficiënten (r) van het verband tussen enkele eigenschappen van snijmaïsrassen.

	eigenschap	aantal rassen	correlatiematrix		
object			1	2	3
1	vatbaarheid voor wortelverbruining	21			
2	stengelrotresistentie	21	-0,10		
3	gevoeligheidheid voor kou in de voorzomer	21	-0,44*	-0,12	
4	drogestofgehalte van de gehele plant (melk-, deegrijp)	21	-0,38*	-0,82***	0,27

* en ***: de correlatiecoëfficiënt r verschilt significant van 0 bij respectievelijk P<0,05 en P<0,001.

3.7 Vruchtwisselingsproeven met maïs

3.7.1 Vruchtwisselingsproef op ROC Vredepeel in 1987

In 1987 was in de proef op ROC Vredepeel eind augustus alleen bij de hoogste teeltfrequentie van maïs sprake van wortelverbruining (tabel 19). Eind september waren de maïswortels ook in de andere vruchtopvolgingen aangetast: het minst in de wat ruimere vruchtopvolging met graan in de voorvrucht, het sterkst in de vruchtopvolging met veel maïs in de voorvrucht. In de meest maïsrijke rotatie bleef de maïsopbrengst 13 procent achter ten opzichte van de maïsopbrengst in de graanrijke rotatie. Het viel daarnaast op dat de 1 op 2-teelt van maïs, waarbij toch ook sprake is van een hoge teeltfrequentie, niet in opbrengst achterblijft. De K_2O-gehalten van de bodem na de oogst, moeten in de meest maïsrijke rotatie als zeer laag worden aangemerkt (Anonymus, 1984) en die in het gewas als laag (Anonymus, 1973; Dilz et al., 1984). Hetzelfde was het geval in de rotatie van maïs met aardappelen. Gezien het bovenstaande kan niet worden uitgesloten dat

behalve wortelverbruining, ook de kalivoorziening de opbrengsten heeft bepaald.

3.7.2 Vruchtwisselingsproef op het PAGV-proefbedrijf in 1987 en 1988

Ook bij de continuteelt van snijmaïs in Lelystad (kleigrond) bleef de opbrengst zowel in 1987 als in 1988 achter. Toch viel de wortelverbruining in 1987 mee ten opzichte van de gebruikelijke aantasting op zandgrond (tabel 20). In 1988 trad wortelverbruining sterker op. De sterk verschillende omvang van de aaltjespopulatie (Pratylenchus neglectus) doet vermoeden dat behalve wortelverbruining, ook aaltjes de opbrengsten hebben bepaald.

3.7.3 Vruchtwisselingsproef op de Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde (LUW) in 1987 en 1988

In de vruchtwisselingsproef te Wageningen zijn in zowel 1987 als in 1988 twee snijmaïsrassen verbouwd die sterk in vatbaarheid voor wortelverbruining verschillen. Dit vatbaarheidsverschil kwam ook in deze proef tot uiting (tabel 21). Beide rassen reageerden negatief op de nauwe vruchtopvolging. Wel blijkt dat het meest vatbare ras sterker lijdt onder continuteelt dan het minst vatbare ras. Gemiddeld over beide jaren bleef de opbrengst van het meest vatbare ras in continuteelt 2,0 ton drogestof ha^{-1} achter; de opbrengstderving bij continuteelt van het minst vatbare ras bedroeg gemiddeld 1,1 ton drogestof ha^{-1}.

Tabel 19. Vruchtwisselingsonderzoek, ROC Vredepeel 1987.

vruchtopvolging*	ras	wortelverbruining			K-gehalte (bij oogst)		drogestofopbrengst	
					bodem (0-25 cm)	gewas	t ha^{-1}	(relatief)
		26 aug.	22 sept.	7 okt.	(mg K_2O/100 g)	(% K_2O)		
'maïsarm' S G S G S G M M	Sonia	9,5	7,8	6,6	6	1,83	12,75	(100)
'maïsarm' S A S A S A M M	Sonia	9,3	6,7	6,6	5	1,56	12,33	(97)
'maïsrijk' S M S M S M S M	Sonia	9,0	6,6	5,3	7	2,05	12,78	(100)
'maïsrijk' S M S M S M M M	Sonia	7,3	5,5	5,0	5	1,79	11,07	(87)
LSD (P<0,05)		0,7	1,4	1,5			1,06	

* M = maïs; S = suikerbieten; G = graan; A = aardappel.

Tabel 20. Vruchtwisselingsonderzoek, Proefbedrijf PAGV Lelystad 1987-1988.

jaar	vruchtopvolging*	ras	wortelverbruining				aaltjes (P. neglectus)			drogestofopbrengst	
			21 juli	23 sept.	14 okt.	31 okt.	grond (aantal per 100 cc grond)		gewas (aantal per 10 g wortels)	t ha^{-1}	(relatief)
							9 nov.	22 apr.	20 juli		
1987	'maïsarm' A S G A S G V E M	LG 11	-	10,0	9,5	-	60	-	-	12,40	(100)
	'maïsrijk' M M M M M M M M M	LG 11	-	7,7	6,8	-	115	-	-	10,90	(88)
1988	'maïsarm' S G A S G B V E M	LG 11	10,0	-	-	6,7	-	-	25	16,50	(100)
	'maïsrijk' M M M M M M M M M	LG 11	8,0	-	-	1,9	-	300	3110	13,00	(79)

* M = maïs; S = suikerbieten; G = graan; A = aardappel; V = vlas; E = erwt; B = veldboon.

Tabel 21. Vruchtwisselingsonderzoek, Vakgroep Landbouwplantenteelt en Graslandkunde (LUW) Wageningen 1987-1988.

jaar	vruchtopvolging*	ras	wortelverbruining					drogestofopbrengst	
			29 juni	28 juli	31 aug.	21 sept.	20 okt.	t ha^{-1}	(relatief)
1987	'maïsarm' A A A A A M	Brutus	8,1	7,5	6,2	-	3,5	11,48	(100)
		Gracia	8,8	8,3	7,7	-	6,3	13,07	(114)
	'maïsrijk' M M M M M M	Brutus	6,2	4,2	2,4	-	1,2	8,77	(76)
		Gracia	7,0	6,0	5,7	-	2,6	10,92	(95)
1988	'maïsarm' S A S A S M	Brutus	-	-	-	3,1	-	14,45	(100)
		Gracia	-	-	-	6,2	-	13,38	(93)
	'maïsrijk' M M M M M M	Brutus	-	-	-	1,7	-	13,11	(91)
		Gracia	-	-	-	5,2	-	13,35	(92)

* M = maïs; S = suikerbieten; A = aardappel.

4. DISCUSSIE

Blijkens de resultaten van tussen 1986 en 1988 uitgevoerd onderzoek, komt wortelverbruining bij snijmaïs algemeen voor op zandgrond. Op zee- en rivierklei lijkt de aantasting iets geringer te zijn. Wortelverbruining vindt met name plaats bij frequente teelt van maïs. In het hier beschreven onderzoek bleek het daarbij niet uit te maken of maïs jaarlijks dan wel om het andere jaar wordt verbouwd. Deze ervaring sluit goed aan bij ervaringen in vruchtwisselingsonderzoek op zandgrond aan de LUW (Scholte, 1987). Dit verklaart wellicht waarom een 1 op 2 teelt van maïs geen voordeel bood boven continuteelt in de PAGV-proef in Milheeze (Maenhout, 1984).
De aantasting door wortelverbruining trad vanaf juni op en werd naar de herfst toe ernstiger. In 1988 was sprake van een sterkere verbruining dan in 1987. Omdat dit verschil in augustus reeds waarneembaar was, lijkt het niet te kunnen worden verklaard door de vlottere afrijping van 1988. Het kan echter niet met volledige zekerheid worden uitgesloten dat het verschil in aantasting tussen de jaren, deels een waarnemerseffect is.
Alle maïsrassen blijken min of meer vatbaar te zijn. Tussen rassen bestaan echter vatbaarheidsverschillen die goed reproduceerbaar bleken te zijn. De rangorde van rassen op verschillende data, op verschillende locaties en in verschillende jaren was hierbij bijzonder constant. Daarom lijkt een oordeel over de vatbaarheid gebaseerd te kunnen worden op een beperkt aantal waarnemingen. Waarnemingen enkele weken voor de oogst zijn echter minder geschikt omdat met name vroege rassen in dat geval te laag gewaardeerd worden. Wortelstelsels takelen in de loop van de tijd namelijk af, ongeacht hun vatbaarheid. Vatbaarheid voor wortelverbruining bleek geen verband te houden met stengelrotresistentie. Dit komt niet overeen met de ervaringen van Krüger (1987). Mogelijk vloeit dit voort uit het hanteren van andere waarnemingstijdstippen. Vatbaarheid zoals vastgesteld in de in dit verslag beschreven proeven (tabel 14), vertoont evenmin een samenhang met vroegheid (tabel 18).
In de vruchtwisselingsproeven die in 1987 en 1988 plaatsvonden, bleef de opbrengst van maïs sterker achter naarmate de voorvrucht uit maïs bestond. De derving varieerde van 1 tot 24 procent, hetgeen overeenstemt met eerdere ervaringen van Scholte (1987). Opbrengstdervingen gingen samen met een versterkt optreden van wortelverbruining. In twee proeven ontstond het vermoeden dat ook andere oorzaken op zijn minst deels verantwoordelijk kunnen zijn voor de opbrengstderving.
In 1987 was het opbrengstverschil tussen weinig en sterk vatbare rassen in rassenproeven op percelen met veel maïs in de voorvrucht groter dan in rassenproeven zonder maïs in de voorvrucht. De proef zonder maïs in de voorvrucht lag in

1987 in Sleen. Deze locatie was dat jaar aanmerkelijk koeler dan de locaties van proeven met een hoge teeltfrequentie van maïs in de voorvrucht. Als resistentie tegen wortelverbruining gekoppeld is aan koudegevoeligheid, dan is het gevonden effect mogelijk niet zozeer het gevolg van een relatieve prestatieverbetering van rassen met onaangetaste wortels bij een hoge teeltfrequentie van maïs, als wel het gevolg van een relatieve prestatieverslechtering van de resistente rassen in de 'koude' proef in Sleen. Van een koppeling tussen resistentie tegen wortelverbruining en koudegevoeligheid lijkt echter niet duidelijk sprake te zijn (tabel 18).

In tegenstelling tot 1987 was het opbrengstverschil tussen weinig en sterk vatbare rassen in 1988 nauwelijks groter op percelen met veel maïs dan op percelen met weinig maïs in de voorvrucht. Gemiddeld over beide jaren bleven de sterk vatbare rassen in bij een hoge teeltfrequentie van maïs 3 tot 8 procent achter in opbrengst. Het is echter lastig om het verband tussen wortelverbruining en opbrengstreductie vast te stellen aan de hand van verschillende proeven. De proeflocaties verschillen namelijk, behalve wat betreft de voorvrucht, eveneens ten aanzien van klimaat, bodem en teeltuitvoering. De gevonden effecten kunnen daarom in principe versterkt of teniet gedaan zijn door andere ras x plaats-interacties. In de vruchtwisselingsproef aan de LUW bestond bovengenoemd bezwaar niet. Zowel in 1987 als in 1988 bleek dat een weinig vatbaar ras minder sterk negatief op continuteelt reageerde dan een sterk vatbaar ras (tabel 21). Gemiddeld over beide jaren bedroeg de opbrengstderving 8 procent voor het weinig vatbare en 16 procent voor het sterk vatbare ras.

Hoewel de uiteindelijke aantasting door wortelverbruining in 1988 wat sterker leek dan in 1987, waren de opbrengsteffecten op zandgrond in zowel de RIVRO- als in de LUW-proeven in 1988 geringer dan in 1987. Dit laat zich moeilijk verklaren vanuit de weersomstandigheden; op basis van de neerslaghoeveelheid en -verdeling (bijlage 1) lijken opbrengstdervingen in het regenrijke jaar 1987 juist minder waarschijnlijk dan in 1988. Opvallend was wel dat de zaadwortel en binnenste bijwortels in 1988 - mogelijk als gevolg van het droge, warme voorjaar - vaak minder aangetast waren. Mogelijk verklaart dat de geringere opbrengsteffecten in dat jaar.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Wortels van snijmaïs kunnen worden aangetast door schimmels welke wortelverbruining veroorzaken. Deze aantasting gaat gepaard met opbrengstderving van enkele tot meer dan 20 procent. Uit de tussen 1986 en 1988 verkregen onderzoekresultaten blijkt dat zowel vruchtwisseling als rassenkeuze de aantasting kunnen beperken.

Voor de praktijk

Als het bouwplan en de afstand, ontwatering en vochtvoorziening van percelen zich daar toe lenen, kan vruchtwisseling een te overwegen maatregel zijn om wortelverbruining te beperken. Het vervangen van de continuteelt van maïs door een systeem waarbij om het andere jaar maïs wordt verbouwd, moet hierbij als een onvoldoende maatregel worden aangemerkt.
Een gerichte rassenkeuze kan een aantasting helpen beperken. De rangorde van snijmaïsrassen zoals weergegeven op de RIVRO-rassenlijst, geeft een redelijk beeld van wat verwacht mag worden in een maïsrijk bouwplan; minstens 3 van de jaarlijkse 5 proeven liggen op percelen waar het gewas aan wortelverbruining is blootgesteld.
Een chemische bestrijding van wortelverbruining is niet mogelijk.

Voor het onderzoek

De tussen 1986 en 1988 aangetroffen verschijnselen rechtvaardigen nader onderzoek. Hierbij dient aandacht geschonken te worden aan een exactere beschrijving van het aantastingsbeeld. Dit kan de vergelijkbaarheid van waarnemingen die verricht zijn door verschillende personen, mogelijk vergroten. Daarbij zou rekening gehouden moeten worden met een afwijkend aantastingsverloop zoals in 1988.
In het rassenonderzoek dient wortelverbruining routinematig per ras te worden vastgesteld. Het aantal waarnemingen kan hierbij tot 1 à 2 per seizoen worden beperkt. Om beter dan tot nu toe na te gaan of rassenkeuze opbrengstdervingen kan voorkomen, dient een aantal rassen te worden vergeleken onder omstandigheden die liefst alleen verschillen met betrekking tot de voorvrucht. Wat betreft bodem, klimaat en teeltuitvoering dienen de omstandigheden zoveel mogelijk gelijk te zijn. Waar dit onmogelijk gerealiseerd kan worden door de keuze van proefvelden, kunnen potproeven met verschillende grondherkomsten een benadering

van deze situatie zijn. Voorts verdient het aanbeveling oude proefresultaten van rassenonderzoek opnieuw te evalueren. Wellicht moeten proeven op kleigrond hierbij apart worden behandeld. Op kleigrond lijken zowel wortelverbruining alsook de opbrengstderving bij continuteelt namelijk wat geringer dan op zandgrond. Groot echter was de opbrengstderving bij continuteelt op zeeklei in Lelystad. In 1989 en 1990 zal bij verschillende rassen worden nagegaan of aaltjes dan wel wortelverbruining hiervoor verantwoordelijk zijn.
Het onderzoek naar wortelverbruining wordt voortgezet met de in 1987 door PAGV, PR en CABO gestarte wisselbouwproef op ROC Cranendonck. Hierbij zal de komende jaren moeten worden nagegaan wat de dynamiek van wortelverbruining is onder invloed van rotaties van maïs en gras.
Binnen het fundamentele onderzoek is het wenselijk dat planteziektenkundigen en veredelaars aandacht geven aan de determinatie en dynamiek van de betrokken ziekteverwekkers resp. aan de fysiologische en genetische achtergrond van vatbaarheidsverschillen.

LITERATUUR

Anonymus (1973).
Mineralstoffgehalte in Futtermitteln. Frankfurt: DLG Verlag.

Anonymus (1984).
Adviesbasis voor de bemesting van landbouwgronden. CAD-BWB, Wageningen.

Boer, J. (1984).
Factoranalyse-onderzoek in snijmaïs in Oost-Overijssel - 1981 en 1982. Verslag nr. 16, 117 pp. PAGV, Lelystad.

Dilz, K., B.A. ten Hag, H.W. Lammers, L.C.N. de la Lande Cremer (1984).
Fertilization of forage maize in the Netherlands. Neth. Nitr. Techn. Bulletin nr. 14, 25 pp. Den Haag: Ned. Meststt. Inst.

Ebskamp, A.G.M. (1989).
Snijmaïs - RIVRO-Rassenbericht nr. 789, RIVRO Wageningen, 6 pp.

Krüger, W. en J.B. Speakman (1984).
Ein bisher unbekannter Pilz 'Schwarzes Myzel' als Ursache einer Wurzelfäule beim Mais. Zeitschr. für Pfl. kr. und Pfl. Sch. 91 (1), p. 1-11.

Krüger, W. (1985).
Mais; Krankheiten und Schädlinge und deren Bekämpfung, 126 pp. Saaten Union GmbH: Hannover.

Krüger, W. (1987).
Wurzel- und Stengelfäule des Maises. Gesunde Pflanzen 39 (5), p. 205-213.

Maenhout, C.A.A.A. (red.) (1983).
De betekenis van vrijlevende wortelaaltjes bij maïs. Verslag nr. 6, 56 pp., PAGV, Lelystad.

Maenhout, C.A.A.A. (1984).
Continuteelt of vruchtwisseling. In: Themadag Snijmaïs, Themaboekje nr. 4, PAGV Lelystad, 77 pp.

Scholte, K. en J. Schröder (1986).
Wortelverbruining bij maïs; praktijkervaringen 1986. Intern Verslag nummer 435, 7 pp. PAGV, Lelystad.

Scholte, K. (1987).
Relationship between cropping frequency, root rot and yield of silage maize on sandy soil. Neth. J. of Agr. Sci. 35, p. 473-486.

Schröder, J. en A.G.M. Ebskamp (1988).
Wortelverbruining bij maïs; praktijkervaringen 1987. Intern Verslag nummer 514, 17 pp. PAGV, Lelystad.

BIJLAGE 1. Klimaatgegevens 1986-1988.

locatie	maand	gemiddelde temperatuur (°C)				neerslag (mm)			
		N*	1986	1987	1988	N*	1986	1987	1988
Eelde	april	7,2	5,8	9,4	7,4	48	33	23	4
	mei	11,4	12,6	9,1	13,8	59	27	76	34
	juni	14,7	15,0	12,8	14,3	62	101	85	48
	juli	15,9	15,9	15,9	15,4	87	37	83	160
	aug.	15,9	15,0	15,1	15,7	83	51	68	94
	sept.	13,5	10,8	13,5	13,3	70	53	102	88
	okt.	9,7	10,2	10,3	9,9	66	82	77	72
Twente	april	7,1	6,8	10,3	8,1	51	60	19	6
	mei	11,2	13,7	9,9	14,4	57	46	69	27
	juni	14,5	16,0	13,9	14,5	68	68	114	33
	juli	15,9	16,2	16,5	16,0	88	31	78	134
	aug.	16,1	15,1	15,7	16,6	80	68	89	47
	sept.	13,8	10,7	14,5	13,8	61	25	86	56
	okt.	10,2	11,1	10,6	10,6	54	84	87	53
De Bilt	april	8,0	6,2	10,7	8,7	52	27	46	13
	mei	12,1	13,3	10,2	14,4	54	44	104	47
	juni	15,2	16,4	13,8	14,8	70	40	78	24
	juli	16,6	17,2	16,8	16,0	77	42	164	140
	aug.	16,4	15,6	16,2	16,6	88	76	83	62
	sept.	14,0	11,6	14,8	14,0	66	32	59	86
	okt.	10,3	11,4	10,8	10,9	69	124	97	59
Eindhoven	april	8,3	6,7	11,3	9,0	45	49	20	13
	mei	12,5	13,9	10,5	14,4	53	59	72	65
	juni	15,6	16,8	14,3	14,9	63	62	92	23
	juli	16,9	17,2	17,1	16,2	77	41	113	151
	aug.	16,8	15,6	16,4	17,2	82	98	74	39
	sept.	14,2	11,3	15,3	14,0	60	45	47	89
	okt.	10,3	11,8	11,4	10,8	62	76	85	59

* N = normaal 1951-1980.

BIJLAGE 2. Enquête van praktijkpercelen in Oost-Brabant en op de Veluwe in 1986.

Tabel I. Aantal percelen per regio en per rotatieklasse.

regio	rotatieklasse:			totaal
	1:6	1:3	1:1	
Veluwe	17	14	16	47
Oost-Brabant	14	11	19	44
totaal	31	25	35	91

Tabel II. Aantal percelen per ras en per rotatieklasse.

ras	rotatieklasse:			totaal
	1:6	1:3	1:1	
Brutus	9	6	8	23
Dorina	6	5	3	14
Splenda	9	11	10	30
Irla	2	1	10	13
overige	5	2	4	11
totaal	31	25	35	91

Tabel III. Frequentieverdeling (aantallen) over de verschillende verbruiningsklassen (0 = veel, 10 = geen verbruining) per rotatieklasse.

verbruiningsklasse	rotatieklasse:		
	1:6	1:3	1:1
0.0- 1.0	0	0	0
1.1- 2.0	0	0	0
2.1- 3.0	0	0	4
3.1- 4.0	0	1	9
4.1- 5.0	0	1	11
5.1- 6.0	1	6	6
6.1- 7.0	2	6	4
7.1- 8.0	0	3	1
8.1- 9.0	10	5	0
9.1-10.0	18	3	0

BIJLAGE 3. Enquête van praktijkpercelen in Oost-Brabant en op de Veluwe in 1986 (vervolg).

gebied	rotatie	ras	score	gebied	rotatie	ras	score	gebied	rotatie	ras	score
O-Brabant	1:6	Brutus	9,2	O-Brabant	1:1	Splenda	3,3	Veluwe	1:3	Brutus	9,8
O-Brabant	1:6	Brutus	9,7	O-Brabant	1:1	Splenda	6,2	Veluwe	1:3	Brutus	3,9
O-Brabant	1:6	Dorina	9,4	O-Brabant	1:1	Splenda	6,6	Veluwe	1:3	Brutus	5,7
O-Brabant	1:6	Splenda	9,9	O-Brabant	1:1	Splenda	5,2	Veluwe	1:3	Brutus	6,8
O-Brabant	1:6	Splenda	8,7	O-Brabant	1:1	Splenda	5,0	Veluwe	1:3	Dorina	5,2
O-Brabant	1:6	Splenda	9,6	O-Brabant	1:1	Splenda	4,5	Veluwe	1:3	Dorina	6,2
O-Brabant	1:6	Splenda	9,5	O-Brabant	1:1	Splenda	4,1	Veluwe	1:3	Dorina	8,7
O-Brabant	1:6	Splenda	9,4	O-Brabant	1:1	Irla	3,7	Veluwe	1:3	Splenda	5,9
O-Brabant	1:6	Splenda	9,1	O-Brabant	1:1	Irla	3,1	Veluwe	1:3	Splenda	5,6
O-Brabant	1:6	Irla	9,6	O-Brabant	1:1	Gracia	5,8	Veluwe	1:3	Splenda	6,1
O-Brabant	1:6	Irla	8,6	O-Brabant	1:1	Gracia	3,8	Veluwe	1:3	Splenda	5,9
O-Brabant	1:6	Sonia	9,8	O-Brabant	1:1	Fronica	3,6	Veluwe	1:3	Splenda	6,4
O-Brabant	1:6	Mengsel	9,8	O-Brabant	1:1	Mengsel	4,3	Veluwe	1:3	Splenda	6,1
O-Brabant	1:6	Gracia	8,6	Veluwe	1:6	Brutus	5,5	Veluwe	1:1	Brutus	3,5
O-Brabant	1:3	Brutus	7,3	Veluwe	1:6	Brutus	9,5	Veluwe	1:1	Brutus	3,5
O-Brabant	1:3	Dorina	8,4	Veluwe	1:6	Brutus	7,0	Veluwe	1:1	Brutus	2,9
O-Brabant	1:3	Dorina	6,7	Veluwe	1:6	Brutus	6,7	Veluwe	1:1	Brutus	3,1
O-Brabant	1:3	Splenda	7,7	Veluwe	1:6	Brutus	9,5	Veluwe	1:1	Dorina	5,5
O-Brabant	1:3	Splenda	8,1	Veluwe	1:6	Brutus	8,1	Veluwe	1:1	Dorina	4,1
O-Brabant	1:3	Splenda	9,6	Veluwe	1:6	Brutus	9,7	Veluwe	1:1	Splenda	6,0
O-Brabant	1:3	Splenda	4,3	Veluwe	1:6	Dorina	9,2	Veluwe	1:1	Splenda	5,4
O-Brabant	1:3	Splenda	5,2	Veluwe	1:6	Dorina	9,8	Veluwe	1:1	Irla	2,6
O-Brabant	1:3	Irla	8,1	Veluwe	1:6	Dorina	9,7	Veluwe	1:1	Irla	4,3
O-Brabant	1:3	Dea	7,8	Veluwe	1:6	Dorina	8,1	Veluwe	1:1	Irla	5,5
O-Brabant	1:3	Dea	8,5	Veluwe	1:6	Dorina	8,5	Veluwe	1:1	Irla	4,2
O-Brabant	1:1	Brutus	3,9	Veluwe	1:6	Splenda	8,3	Veluwe	1:1	Irla	7,5
O-Brabant	1:1	Brutus	2,4	Veluwe	1:6	Splenda	8,9	Veluwe	1:1	Irla	4,9
O-Brabant	1:1	Brutus	4,2	Veluwe	1:6	Splenda	8,2	Veluwe	1:1	Irla	6,7
O-Brabant	1:1	Brutus	5,0	Veluwe	1:6	Sonia	8,4	Veluwe	1:1	Irla	6,1
O-Brabant	1:1	Dorina	3,0	Veluwe	1:6	Markant	9,3				
O-Brabant	1:1	Splenda	4,4	Veluwe	1:3	Brutus	9,3				

BIJLAGE 4. Wortelverbruining (PAGV - RIVRO, 1987).

ras:	locatie: Noord-Sleen			rotatie: vruchtwisseling			
	beoordelingsdatum:						gewogen
	15 juli	5 aug.	26 aug.	9 sept.	22 sept.	13 okt.	gemiddelde
Clipper	9,70	9,77	9,73	9,53	9,67	6,87	9,0
Sonia	10,00	10,00	9,87	-	-	8,07	9,4
Splenda	9,70	9,47	9,50	9,33	9,67	8,67	9,3
Irla	9,83	9,90	9,77	-	-	7,93	9,3
Brutus	9,73	9,77	9,67	9,53	9,87	7,53	9,1
Gracia	9,67	9,97	9,53	-	-	9,33	9,6
Dorina	9,93	9,93	9,77	-	-	8,93	9,6
Markant	9,93	10,00	9,87	-	-	9,07	9,7
Ascot	9,63	9,57	9,53	9,60	9,40	8,13	9,2
LG 2080	9,70	9,60	9,37	9,60	9,60	7,33	8,9
Scana	9,93	10,00	10,00	-	-	8,60	9,6
Presta	9,80	9,90	9,60	-	-	7,80	9,2
Slavis	10,00	10,00	9,87	-	-	8,93	9,7
Robusta	9,87	9,87	9,87	-	-	9,13	9,7
Sogetta	10,00	10,00	9,93	-	-	8,67	9,6
Elgon	9,93	9,93	9,93	-	-	8,93	9,7
Aladin	9,70	9,83	9,80	-	-	9,53	9,7
SEM 001	9,90	9,93	9,87	-	-	9,27	9,7
Carlos	10,00	9,93	9,87	-	-	8,93	9,6
KX 943 A	9,87	10,00	9,93	-	-	8,07	9,4
KX 968 A	9,80	9,93	10,00	-	-	9,00	9,7
Anjou 862	9,73	9,77	9,73	-	-	7,40	9,1
DK 218	9,90	9,87	9,80	-	-	8,40	9,5
LSD (P<0,05)	0,28	0,23	0,31	0,30	0,51	1,05	0,36

ras:	locatie: Heino			rotatie: continuteelt			
	beoordelingsdatum:						gewogen
	15 juli	5 aug.	26 aug.	8 sept.	22 sept.	13 okt.	gemiddelde
Clipper	8,33	6,93	6,40	5,00	4,60	3,53	5,9
Sonia	8,40	7,33	6,73	5,13	4,87	3,83	6,1
Splenda	8,40	7,27	7,33	6,07	5,33	4,50	6,5
Irla	8,40	7,50	6,50	5,03	4,67	3,93	6,1
Brutus	8,20	6,60	6,37	4,63	4,60	3,60	5,7
Gracia	8,67	8,13	7,53	6,33	6,03	5,33	7,1
Dorina	8,47	6,60	7,07	5,07	5,07	4,30	6,1
Markant	8,27	7,03	6,93	5,50	5,13	4,60	6,3
Ascot	8,73	8,00	7,80	6,00	6,07	4,70	7,0
LG 2080	8,43	7,93	7,00	5,63	4,87	3,77	6,4
Scana	8,20	7,30	6,87	5,33	5,27	4,40	6,3
Presta	8,33	7,00	6,67	5,33	4,80	3,87	6,0
Slavis	8,60	8,07	7,47	6,50	6,20	5,20	7,1
Robusta	8,27	7,47	7,40	5,80	5,77	5,07	6,7
Sogetta	8,47	7,63	7,63	6,27	6,07	4,53	6,9
LSD (P<0,05)	0,36	0,71	0,38	0,80	0,71	0,61	0,29

BIJLAGE 4 (vervolg) . Wortelverbruining (PAGV - RIVRO, 1987).

ras:	locatie: Ootmarsum			rotatie: continuteelt			
	beoordelingsdatum:						gewogen
	15 juli	5 aug.	26 aug.	9 sept.	22 sept.	13 okt.	gemiddelde
Clipper	-	6,83	6,40	5,20	4,53	3,87	5,4
Sonia	-	6,93	6,33	4,73	4,67	3,60	5,3
Splenda	-	7,90	7,47	6,33	5,87	4,53	6,5
Irla	-	6,73	6,53	4,60	4,27	3,87	5,2
Brutus	-	6,83	6,27	4,40	4,67	3,87	5,2
Gracia	-	7,50	7,27	6,07	5,80	5,13	6,4
Dorina	-	7,10	6,33	4,67	4,80	4,13	5,4
Markant	-	7,47	7,00	5,13	5,13	4,40	5,9
Ascot	-	8,20	7,67	6,20	5,87	5,00	6,6
LG 2080	-	7,37	6,67	5,20	4,27	3,73	5,4
Scana	-	7,47	7,00	5,00	5,00	4,13	5,8
Presta	-	6,90	6,27	4,87	4,73	4,00	5,4
Slavis	-	7,77	7,40	6,73	6,13	5,07	6,7
Robusta	-	8,00	6,87	5,87	5,40	4,67	6,1
Sogetta	-	7,53	7,00	5,60	5,73	4,53	6,1
Elgon	-	7,83	7,37	6,13	5,53	4,73	6,3
Aladin	-	8,00	7,53	6,20	5,80	5,20	6,6
SEM 001	-	7,93	7,40	5,53	6,07	4,60	6,4
Carlos	-	7,50	7,40	6,40	6,13	4,87	6,5
KX 943 A	-	6,57	5,87	4,72	4,13	3,00	4,8
KX 968 A	-	6,43	5,93	4,20	4,00	3,27	4,8
Anjou 8632	-	7,33	6,63	5,33	5,13	4,00	5,7
DK 218	-	7,57	6,73	5,73	5,00	4,20	5,9
LSD (P<0,05)		0,63	0,38	0,77	0,44	0,47	0,24

BIJLAGE 5. Wortelverbruining (PAGV-RIVRO, 1988).

locatie	: Alphen			Ootmarsum			Wageningen		Deil		Erm		Ootmarsum		
vruchtopvolging:	1:2			1:1			1:2		1:1		1>6		1>6		
beoordeling op :	10/8	20/8	16/9	1/8	15/8	6/9	6/8	16/9	4/8	16/9	15/8	12/9	1/8	15/8	6/9
ras: Brutus	5,8	4,3	3,0	5,6	3,8	3,7	7,0	3,0	6,0	4,3	9,3	9,3	9,6	9,7	8,6
Irla	6,1	4,7	3,0	6,0	3,9	3,9	6,8	3,2	6,9	5,7		8,7	9,3	9,2	9,4
Splenda	7,5	6,7	4,1	6,8	5,3	4,4	8,0	3,9	8,2	7,1	9,4	8,7	9,5	9,2	8,5
Gracia	7,8	6,7	4,2	6,7	5,0	5,0		4,2		6,6				9,7	9,1
Sonia		4,3			4,7	3,8									9,0
Ascot		6,9			6,3	5,3									10,0
LS 2080		4,6			4,5	3,0								9,7	8,3
Presta	6,2	4,5			3,9	3,2								9,7	8,9
Sogetta		6,1			5,2	4,9									8,8
Slavis		6,3			6,0	5,9									9,1
Robusta		5,5			4,9	4,8									9,0
DK 218		4,7			5,3	4,4									9,0
ZNL 013287	5,6	4,7			4,0	3,2	6,4				9,5				
Diabolo	6,5	4,7	3,4	5,7	4,4	3,2	7,6	3,2	6,8	5,8	9,7	9,1			
Pau 7111	8,4	5,7			5,8	4,9									
Pursan	6,2	4,0	3,1		3,3	2,7		2,9		4,0					
LSD (P<0,05)	0,7	1,0	0,7	0,9	0,7	0,8	0,8	0,5	0,8	0,9	NS	NS	NS	NS	NS

BIJLAGE 6. Relatieve drogestofopbrengst van snijmaïs in RIVRO-rassenproeven.

jaar :	1987	1987	1987	1987	1987	1988	1988	1988	1988	1988
locatie:	Ede	Ootmarsum	Sleen	Alphen	Delwij.	Wageningen	Ootmarsum	Erm	Alphen	Deil
ras: Brutus	97,5	95,5	97,5	90,9	94,3	99,2	95,6	98,8	96,2	95,3
Dorina	99,6	96,6	97,8	91,5	93,6	93,8	96,0	96,7	94,0	94,1
Iria	92,0	92,0	97,1	91,3	98,0	98,2	92,3	94,7	95,6	92,9
Splenda	95,9	101,5	97,7	99,1	103,1	101,9	100,6	97,0	101,3	100,0
Clipper	96,3	98,6	99,8	100,4	97,0	94,9	93,7	96,1	96,3	97,4
Gracia	99,4	109,4	102,1	106,1	98,1	100,3	103,9	102,1	103,2	105,5
Sonia	101,1	98,2	102,5	106,9	104,8	97,3	101,1	100,6	101,5	106,1
Ascot	110,8	104,0	99,2	106,4	111,4	108,2	104,5	107,3	106,2	102,2
LG 2080	97,2	93,0	97,1	93,3	93,4	98,5	97,8	92,5	92,3	94,9
Scana	98,6	101,9	106,9	104,1	101,3	102,3	100,5	104,2	97,0	107,9
Presta	95,5	96,0	96,6	95,5	93,6	97,1	95,2	94,9	95,0	91,5
Sogetta	107,4	107,4	105,0	106,9	106,0	105,0	108,9	108,5	111,2	108,0
Slavis	108,7	105,9	100,9	107,7	105,5	103,3	109,8	106,6	110,4	104,2
Elgon	107,8	107,2	102,1	109,5	108,4	105,8	105,6	101,5	103,5	102,0
Robusta	98,1	92,6	103,1	104,3	100,4	99,4	100,9	100,1	93,2	103,7
Aladin	104,1	105,1	103,1	109,5	106,1	108,2	108,6	110,9	103,6	112,0
Carlos	108,5	105,4	103,1	105,3	108,5	109,9	108,7	108,7	108,9	103,5
KG 4479	98,2	91,2	93,3	92,5	98,6	98,6	100,4	105,6	103,5	95,8
Anjou 8632	98,2	93,6	96,2	96,1	99,9	97,5	99,5	94,3	90,8	100,8
DK 218	103,7	101,4	100,3	99,8	99,3	101,7	99,2	103,4	98,5	95,9
XCD 56	107,3	103,9	103,1	108,1	103,0	102,1	108,6	105,6	100,2	100,6
ZNL 013287						93,0	96,2	101,0	95,1	95,5
Diabolo						95,2	86,3	88,4	89,8	95,4
Pau 7111						106,3	103,3	102,6	100,3	96,1
Pursan						97,3	87,4	93,1	90,5	88,0
Markant	101,3	99,1	104,1	97,6	97,5					
Sem 001	97,4	101,2	99,3	100,8	100,6					
KX 943A	89,7	91,7	93,9	86,9	102,0					
KX 968A	92,5	93,6	100,4	86,5	96,7					
100 = (kg/are)	148,43	137,54	132,15	135,31	145,47	156,08	154,96	141,25	165,28	140,53

BIJLAGE 7. Correlatiecoëfficiënten (r) van het verband tussen de relatieve drogestofopbrengst van snijmaïsrassen en hun wortelverbruining op diverse data in 1987 (n=23) en 1988 (n=25).

waarneming wortelverbruining	te verklaren opbrengst				
	Ootmarsum	Alphen	Delwijnen	Ede	Sleen
1987 Ootmarsum 5 augustus	0,61	0,74	0,58	0,67	0,41
1987 Ootmarsum 26 augustus	0,77	0,78	0,66	0,70	0,46
1987 Ootmarsum 9 september	0,73	0,77	0,67	0,70	0,32
1987 Ootmarsum 22 september	0,79	0,77	0,65	0,72	0,43
1987 Ootmarsum 13 oktober	0,79	0,79	0,53	0,73	0,49
1987 Ootmarsum gem. 9 en 22 september	0,78	0,79	0,68	0,73	0,39
1987 Ootmarsum gem. 26 aug., 9 en 22 sept.	0,78	0,80	0,69	0,73	0,41

waarneming wortelverbruining	te verklaren opbrengst				
	Ootmarsum	Alphen	Deil	Wageningen	Erm
1988 Ootmarsum 15 augustus	0,69	0,68	0,65	0,74	0,66
1988 Ootmarsum 6 september	0,72	0,69	0,73	0,71	0,71
1988 Ootmarsum gem. 15 aug. en 6 sept.	0,73	0,72	0,72	0,75	0,71
1988 Alphen 20 augustus	0,75	0,72	0,65	0,76	0,66
1988 Ootmarsum + Alphen gem. 15 en 20 aug. en 6 sept.	0,78	0,75	0,71	0,79	0,71

BIJLAGE 8. Correlatiecoëfficiënten (r) van het verband tussen de relatieve meeropbrengst van snijmaïsrassen bij een lage teeltfrequentie en hun wortelverbruining bij continuteelt op diverse data in 1987 (n=23) en 1988 (n=25).

waarneming wortelverbruining	te verklaren opbrengstverschil			
	Ootmarsum -Sleen	Alphen -Sleen	Delwijnen -Sleen	Ede -Sleen
1987 Ootmarsum 5 augustus	0,46	0,73	0,34	0,52
1987 Ootmarsum 26 augustus	0,63	0,75	0,39	0,52
1987 Ootmarsum 9 september	0,67	0,82	0,50	0,61
1987 Ootmarsum 22 september	0,67	0,76	0,40	0,56
1987 Ootmarsum 13 oktober	0,63	0,75	0,24	0,54
1987 Ootmarsum gem. 9 en 22 september	0,70	0,82	0,47	0,60
1987 Ootmarsum gem. 26 aug., 9 en 22 sept.	0,69	0,81	0,45	0,59

waarneming wortelverbruining	te verklaren opbrengstverschil			
	Ootmarsum -Erm	Alphen -Erm	Deil -Erm	Wageningen -Erm
1988 Ootmarsum 15 augustus	0,19	0,10	0,00	- 0,10
1988 Ootmarsum 6 september	0,16	0,04	0,03	- 0,21
1988 Ootmarsum gem. 15 aug. en 6 sept.	0,18	0,08	0,02	- 0,16
1988 Alphen 20 augustus	0,29	0,17	- 0,01	- 0,08
1988 Ootmarsum + Alphen gem. 15 en 20 aug. en 6 sept.	0,26	0,14	0,00	- 0,12

BIJLAGE 9. Klasse-indeling met betrekking tot vatbaarheid voor wortelverbruining.

Vatbaarheid:									
weinig		vrij weinig		middelmatig		nogal		sterk	
Aladin	6,3	Pau 7111	5,7	KG 4479	5,4	Dorina	4,6	Diabolo	4,3
Slavis	6,1	Splenda	5,6	Robusta	5,3	Irla	4,5	KX 943A	4,2
Ascot	6,0	Sogetta	5,6	Scana	5,1	Sonia	4,5	LG 2080	4,2
Elgon	5,9	SEM 001	5,6	DK 218	5,0	Clipper	4,4	ZNL 013287	4,2
Gracia	5,9			Anjou 8632	4,9	Presta	4,4	Brutus	4,1
Carlos	5,8			Markant	4,9	XCD 56	4,3	KX 968A	3,9
								Pursan	3,5

BIJLAGE 10. Omvang van het wortelstelsel bij snijmaïs (0 = klein; 10 = groot wortelstelsel) in 1988.

jaar	: 1988	1988	1988
locatie	: Ootmarsum	Alphen	Ootmarsum
vruchtopvolging	: 1:1	1:2	1:>6
datum van beoordeling:	15/8	20/8	6/9
ras: Brutus	2,10	2,60	1,20
Dorina	3,70	5,70	
Irla	3,10	3,80	3,90
Splenda	7,10	7,10	8,50
Clipper	3,50	3,10	
Gracia	5,80	5,10	3,70
Sonia	3,90	4,80	5,30
Ascot	7,80	8,10	9,70
LG 2080	2,60	1,70	2,50
Scana	5,60	5,00	
Presta	3,40	3,30	4,20
Sogetta	6,10	6,60	5,20
Slavis	7,20	6,90	7,50
Elgon	7,80	8,10	
Robusta	5,00	3,40	6,60
Aladin	7,40	7,70	
Carlos	7,10	8,20	
KG 4479	5,30	5,60	
Anjou 8632	4,40	3,70	
DK 218	7,50	6,20	5,20
XCD 56	5,90	7,50	
ZNL 013287	4,80	6,10	
Diabolo	3,00	3,90	
Pau 7111	6,10	5,80	
Pursan	2,60	1,20	
LSD (P<0,05)	1,78	2,21	3,22

Nog leverbare PAGV-uitgaven[1])

Verslagen

5. De invloed van het rooitijdstip op de stikstofbehoefte van drie suikerbietenrassen; ing. Th. Huiskamp, september 1982 ..... f 10,—
6. De betekenis van vrijlevende wortelaaltjes bij maïs; ir. C. A. A. A. Maenhout et al, januari 1983 ..... f 10,—
7. Epipré-evaluatieverslag 1982; ing. H. Drenth en ir. K. Reinink, december 1982 ..... f 10,—
8. Onderzoek naar verschillen in opbrengst en kwaliteit van consumptieaardappelen in het zuidwesten van Nederland; ir. C. B. Bus, ing. K. W. Bosma (CA-Barendrecht) en ir. D. W. de Hoop (LEI), februari 1983 ..... f 10,—
10. Epipré-instructieboekje 1983; ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, april 1983 . f 10,—
13. Het effect van de intensiteit van de zaaibedbereiding op het kiembed en de opkomst, opbrengst en kwaliteit van suikerbieten; ing. Th. Huiskamp, september 1983 ..... f 10,—
14. Verslag van een driejarig onderzoek naar de optimale stikstofgift voor bruine bonen; G. J. Bom, september 1983 ..... f 10,—
15. Epipré-evaluatieverslag 1983; ing. H. Drenth en ir. K. Reinink, januari 1984 f 10,—
16. Factoranalyse-onderzoek in snijmaïs in Oost-Overijssel in 1981 en 1982. Ing. J. Boer, januari 1984 ..... f 10,—
18. Rendabiliteit van continuteelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten op het proefveld PAGV1 (1978 t/m 1982) Ing. H. Preuter, maart 1984 ..... f 10,—
19. Biologie en ecologie van kleefkruid (Galium aparine). Ir. W. G. M. van den Brand, april 1984 ..... f 10,—
20. Pootafstanden en gebruik van Alar en Rovral bij de teelt van Alpha-pootgoed. Ing. J. Alblas en B. v.d. Spek, januari 1984 ..... f 10,—
21. Epipré 1984 - instructieboekje. Ir. K. Reinink en ing. H. Drenth, maart 1984 f 10,—
22. Resultaten van diep losmaken van zavelgronden in zuidwest-Nederland; 1978-1982. Ing. J Alblas, april 1984 ..... f 10,—
23. Resultaten kalibouwplanproeven op zeeklei. Ir. J. Prummel (IB) en dr. ir. J. Temme (Nederlands Kali Instituut), mei 1984 ..... f 10,—
24. Oogstplanning van bloemkool in "de Streek". Ir. R. Booij, oktober 1984 f 10,—
25. Beregeningsonderzoek bij asperges op de proeftuin "Noord-Limburg". Ing. D. van der Schans en ir. A. J. Hellings, oktober 1984 ..... f 10,—
26. Kalibemesting voor aardappelen in de Brabantse Biesbosch en het Land van Altena. Ing. J. Alblas, november 1984 ..... f 10,—
27. Spruitkool bewaren aan de stam. Ing. J. A. Schoneveld, november 1984 f 10,—
28. Verslag Inventarisatie Graanziekten 1984. Ing. W. Stol, januari 1985 ..... f 10,—
30. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Heino (zandgrond) 1972 - 1982. Ir. J. J. Schröder, maart 1985 ..... f 10,—
31. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de groei, opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid en waterverontreiniging; Maarheeze 1974 - 1984. Ir. J. J. Schröder, maart 1985 ..... f 10,—
32. De invloed van grote giften runderdrijfmest op de opbrengst en kwaliteit van snijmaïs en op de bodemvruchtbaarheid; Lelystad 1976 - 1980. Ir. J. J. Schröder, maart 1985 ..... f 10,—
33. Intensieve teeltsystemen bij wintertarwe. Dr. ir. A. Darwinkel, maart 1985 .. f 10,—
35. Biologie en ecologie van zwarte nachtschade (Solanum nigrum). Ir. W. G. M. van den Brand, maart 1985 ..... f 10,—
36. Epipré 1985 instructieboekje. Ir. K. Reinink, april 1985 ..... f 10,—

[1]) Een volledig overzicht van de PAGV-uitgaven wordt u op aanvraag graag toegezonden.

37. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van snijmaïs. Ir. C. L. M. de Visser, ir. H. F. M. Aarts, april 1985 ..... f 10,—
38. Zuiveringsslib in de akkerbouw; Ir. S. de Haan en ing. J. Lubbers (IB), Ing. A. de Jong (PAGV), maart 1985 ..... f 10,—
39. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van Engels en Italiaans raaigras, veldbeemdgras en roodzwenkgras. Ir. C. L. M. de Visser, juni 1985 f 20,—
40. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van uien en sjalotten. Ir. C. L. M. de Visser, juni 1985 ..... f 10,—
42. Themadag effecten van diepe grondbewerking in de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt, juli 1985 ..... f 10,—
43. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van aardappelen, Ir. C. L. M. de Visser, augustus 1985 ..... f 10,—
44. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van erwten, stambonen en veldbonen. Ir. C. L. M. de Visser, augustus 1985 ..... f 20,—
45. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van wortelen. Ir. C. L. M. de Visser, september 1985 ..... f 10,—
46. Chemische onkruidbestrijding in de teelt van winterkoolzaad. Ir. C. L. M. de Visser, september 1985 ..... f 10,—
47. Biologie en ecologie van melganzevoet (Chenopodium album). Ir. W. G. M. van den Brand, december 1985 ..... f 10,—
48. Verslag inventarisatie graanziekten 1985. Ing. H. P. Versluis, december 1985 ..... f 10,—
49. Natriumbemesting en natriumbehoefte van suikerbieten. Dr. ir. J. Temme en dr. J. G. H. Stassen, december 1985 ..... f 10,—
50. Epipré instructieboekje 1986. Ing. W. Stol, april 1986 ..... f 10,—
51. Studiedag kluitplanten. Ir. R. Booij en N. J. Snoek, juli 1986 ..... f 10,—
52. Biologie en ecologie van hanepoot (Echinochloa crus-galli). Ir. W. G. M. van den Brand, juli 1986 ..... f 10,—
53. Opkomstperiodiciteit bij 40 eenjarige akkeronkruidsoorten en enkele hiermee samenhangende onkruidbestrijdingsmaatregelen. Ir. W. G. M. van den Brand, oktober 1986 ..... f 10,—
54. De teelt van wintertarwe als dekvrucht voor veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W. J. M. Meijer, oktober 1986 ..... f 10,—
56. De invloed van het maaien van de tarwestoppel op ondergezaaide veldbeemd- en roodzwenkzaadgewassen. Ir. W. J. M. Meijer, oktober 1986 f 10,—
57. Benutting afvalwarmte bij vollegrondsteelten. Ing. J. A. Schoneveld, november 1986 ..... f 10,—
59. Het bestrijden van verstuiven op landbouwgronden. Dr. ir. A. Darwinkel, november 1986 ..... f 10,—
60. Stikstofbemesting van wintertarwe. Ir. K. Reinink, december 1986 ..... f 10,—
63. De invloed van teeltmaatregelen bij winterkoolzaad op de zaadproduktie in Noord-Nederland. S. Vreeke, maart 1987 ..... f 10,—
64. Themadag "Werkbaarheid en tijdigheid", 13 mei 1987 ..... f 10,—
65. Invloed van plantaantal en potermaat op de opbrengst en de sortering van pootaardappelen. Ing. J. K. Ridder, mei 1987 ..... f 10,—
66. Bewaren en voorkiemen bij pootaardappelen. Ing. J. K. Ridder, mei 1987 f 10,—
68. Vervroeging van vollegrondsgroenten met afdekmaterialen. Ir. C. F. G. Kramer en J. T. K. Poll, september 1987 ..... f 10,—
69. Biologie en ecologie van vogelmuur (Stellaria media). Ir. W. G. M. van den Brand, september 1987 ..... f 10,—
70. Ontwikkeling van een biotoets voor het Noordelijk wortelknobbelaaltje (Meloidogyne hapla). Ing. A. A. W. Zondervan, november 1987 ..... f 10,—

71. Het EPIPRE-adviesmodel, een kritische analyse. Werkgroep EPIPRE, december 1987 ..... f 10,—
72. Teelttechnische en economische aspecten bij de teelt van kleine witte kool. Ing. C. van Wijk, ir. C. Kramer, ing. G. Schroën en ir. R. Booij, januari 1988 f 10,—
73. Het optimale oogsttijdstip van snijmaïs. Ing. H. M. G. van der Werf, april 1988 ..... f 10,—
74. Ontwikkeling van teeltbegeleidingssystemen voor aardappelen en suikerbieten. Ir. C. L. M. de Visser, ir. H. F. M. Aarts en ing. K. Hindriks, mei 1988 f 10,—
75. Bedrijfseconomische aspecten van de grondontsmetting in rotaties met consumptieaardappelen, suikerbieten en wintertarwe op het proefveld te Westmaas (1981 t/m 1986). Ing. H. Preuter, mei 1988 ..... f 10,—
76. Invloed van de verkruimeling van de grond op verslemping en zuurstofgehalte in relatie tot de groei van aardappelen. Ing. J. K. Ridder, ir. C. B. Bus en J. F. Houwing, mei 1988 ..... f 10,—
77. Jaarverslag 1986 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, december 1988 ..... f 10,—
78. Bijzaaien en overzaaien van snijmaïs. H. M. G. van der Werf en H. Hoek, december 1988 ..... f 10,—
79. Teeltvervroeging bij maïs. H. M. G. van der Werf en H. Hoek, maart 1989 f 10,—
80. Economische aspecten van de plantdichtheid bij witlof. Ir. C. F. G. Kramer, februari 1989 ..... f 10,—
81. Stikstofbemesting van ijssla. Dr. ir. J. H. G. Slangen (LU), ir. H. H. H. Titulaer (PAGV), ir. H. Niers (IB) en dr. ir. J. van der Boon (IB), februari 1989 f 10,—
82. Classificatievoorstel plantesoorten, cultuurgewassen, rasgroepen en teeltvormen in de akkerbouw, vollegrondsgroente- en bloembollenteelt. Ir. P. W. J. Raven (PAGV) en ir. J. W. Stoop (LBO), april 1989 ..... f 10,—
83. De invloed van hoge teeltfrequentie op opbrengst en kwaliteit van (fijne) peen. Ing. Th. Huiskamp, april 1989 ..... f 10,—
84. Oppervlakkige grondbewerking in het gewas maïs. H. M. G. van der Werf (PAGV), J. J. Klooster (IMAG) en D. A. van der Schans (PAGV), mei 1989 f 10,—
85. Toedienen van drijfmest in maïs (vervolgonderzoek 1985-1987). Ir. J. Schröder (PAGV) en ir. L. C. N. de la Lande Cremer (IB), mei 1989 ..... f 10,—
86. Teelt van fabrieksaardappelen op bedden ten opzichte van op ruggen. Ing. J. K. Ridder, juli 1989 ..... f 10,—
87. Detaillering van het onderdeel Bemesting van het Informatiemodel "Open Teelten"-bedrijf. Ir. A. Landman en ir. A. E. Brands, juli 1989 ..... f 10,—
88. Bestrijding van moederkoren in graszaadgewassen. Ir. G. H. Horeman en G. Olthof, juli 1989 ..... f 10,—
89. Diep losmaken van zavelgronden in Zuidwest-Nederland. J. Alblas, E. C. Vos en J. G. N. Wander, juli 1989 ..... f 10,—
90. Jaarverslag 1987 proefproject Borgerswold. Ing. J. Boerma, augustus 1989 f 10,—
91. Overzaaien van suikerbieten. Dr. ir. A. L. Smit, oktober 1989 ..... f 10,—
92. Bedrijfseconomische perspectieven van akkerbouwbedrijven in de Veenkoloniën. Drs. S. Cuperus, oktober 1989 ..... f 10,—
93. Wortelverbruining bij snijmaïs. J. Schröder, A. G. M. Ebskamp en K. Scholte, oktober 1989 ..... f 10,—