

Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmais, vlas en zaaiuien

Cropping frequency experiments with peas,
field beans, kidney beans, forage maize,
flax and onions

ing. Th. Huiskamp
ir. J. G. Lamers

verslag nr. 143
oktober 1992

SAMENVATTING	4
SUMMARY	7
1. INLEIDING	10
2. PROEFOPZET	14
3. BODEMVRUCHTBAARHEID	17
3.1 Fysische bodemvruchtbaarheid	17
3.2 Chemische bodemvruchtbaarheid	19
3.2.1 - Algemeen	19
3.2.2 - Het verloop van de stikstofmineralisatie in de bodem	21
3.3 Biologische bodemvruchtbaarheid	22
3.3.1 - Ontwikkeling aaltjespopulaties	22
3.3.2 - Onkruidsituatie	23
4. ERWTEN	25
4.1 - Materialen en methoden	25
4.2 - Resultaten	26
4.3 - Bespreking	30
5. VELDBONEN	32
5.1 - Materialen en methoden	32
5.2 - Resultaten	33
5.3 - Bespreking	36
6. BRUINE BONEN	38
6.1 - Materialen en methoden	38
6.2 - Resultaten	39
6.3 - Bespreking	42
7. SNIJMAIS	44
7.1 - Materialen en methoden	44
7.2 - Resultaten	46
7.3 - Bespreking	51

8. VLAS	55
8.1 - Materialen en methoden	55
8.2 - Resultaten	57
8.3 - Bespreking	59
9. ZAAIUIEN	62
9.1 - Materialen en methoden	62
9.2 - Resultaten	63
9.3 - Bespreking	65
10. SYNTHESE	67
11. LITERATUURLIJST	72
BIJLAGEN	75

SAMENVATTING

In de periode 1979-1990 is op het PAGV te Lelystad onderzoek verricht naar de eventuele teeltfrequentie-effecten bij de gewassen landbouwerwten, veldbonen, bruine bonen, snijmaïs, vlas en zaaiuien. Tevens is gezocht naar de oorzaken achter de gemeten effecten. In een blokkenproef in enkelvoud zijn met genoemde gewassen continueelten opgezet om snel resultaten te verkrijgen. In 1985 is de veldproef uitgebreid met een ruime rotatie van dezelfde gewassen in de vruchtopvolging: veldbonen-vlas-erwten-snijmaïs-bruine bonen-zaaiuien. Met uitzondering van erwten was geen van de gewassen eerder op het proefperceel geteeld. De proef is aangelegd op een zavelgrond met een lutumfractie van 0,20, een mas-safractie organische stof van 0,026 en een pH-KCl van 7,4.

De gewassen zijn zoveel mogelijk geteeld volgens de normen en methoden die ook in de praktijk gebruikelijk zijn. Er is gestreefd naar optimale toepassing van (anorganische) bemesting en beschikbare gewasbeschermingsmiddelen. Organische bemestingen zijn niet toegepast.

Frequente teelt (continueelt) van de zes onderzochte gewassen leidde in alle gevallen tot opbrengstverlies ten opzichte van de teelt in (ruime) rotatie.

De landbouwerwten gaven in continueelt gemiddeld een significant opbrengstverlies van 38 % te zien met een uitschieter tot 90 % oftewel een totaal mislukt gewas. Oorzaak vormden schimmels die het zogenaamde voetziektecomplex vormen: *Phoma medicaginis* var. *pinodella* en *Aphanomyces euteiches* traden het meest naar voren, naast *Mycosphaerella pinodes*, *Pythium* spp. en *Fusarium*. Een afdoende bestrijding is niet gevonden. Ook valse meeldauw (*Peronospora viciae*), dat middels een zaaizaadontsmetting met metalaxyl te bestrijden is, bladplekkenziekten (*Mycosphaerella pinodes* en *Botrytis cinerea*), bladrandkevers (*Sitona lineata*) en onkruid traden verhevigd naar voren.

Continueelt van veldbonen kostte gemiddeld 24 % korrelopbrengst. Dit significante opbrengstverlies werd met name veroorzaakt door wortelrot (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. en *Phoma medicaginis* var. *pinodella*). In vochtige groeiseizoenen traden bovendien de bladplekkenziekten *Cercospora zonata*,

Botrytis cinerea en *B. fabae* op. Bladrandkevers traden, evenals in erwten, frequent op.

Van de peulvruchten gaven bruine bonen de geringste opbrengstreductie zien, namelijk gemiddeld 14 %. *Fusarium* spp., *Pythium* en *Rhizoctonia solani* leken de voornaamste oorzaken. Incidenteel speelde *Sclerotinia sclerotiorum* een rol.

Onderlinge uitwisseling van de drie peulvruchtgewassen in 1989 en 1990 duidde op een voor pathogenen grotere verwantschap tussen erwten en veldbonen dan die van beide gewassen met bruine bonen.

Analoog aan wat op zandgrond is geconstateerd gaf snijmaïs in continueelt op zavelgrond een gemiddeld 13 % significant lagere droge stofopbrengst. Hoewel de mate van wortelrot niet opzienbarend was, lijken schimmels uit de groep van de Oömyceten (o.a. *Pythium* spp.) en mogelijk bacteriën hoofdoorzaak. De rol van de nematode *Pratylenchus neglectus*, die enkele jaren in verhoogde dichtheid is waargenomen, kwam door de droogte niet naar voren.

Vlas bracht bij continueelt gemiddeld 47 % significant minder op dan bij teelt in rotatie. De schimmel *Thielaviopsis basicola* lijkt een (belangrijke) rol te spelen.

Zaaiuien gaven de geringste maar wel een significante terugval in opbrengst te zien, namelijk gemiddeld zo'n 10 %. Sommige jaren was het verschil met teelt in rotatie zelfs (vrijwel) nihil. Behalve een verslechterende bodemstructuur en een toegenomen onkruiddruk zijn geen factoren aangetroffen die van invloed zouden kunnen zijn op het opbrengstverlies in geval van continueelt.

Frequente teelt van met name de gewassen vlas, zaaiuien en erwten leidde tot een toename van de onkruiddruk en/of van de problemen om een afdoende bestrijding te kunnen realiseren.

In dit onderzoek zijn zelfs na 12 jaar continueelt geen problemen ondervonden van plantpathogene nematoden. Wel was er sprake van enige differentiatie van aaltjes-soort en -aantal naar gewas.

Continueelt, zonder aanvoer van organische mest, leidde tot zichtbare negatieve gevolgen voor de bodemstructuur. Met name bij zaaiuien en snijmaïs was dit het geval.

De chemische bodemvruchtbaarheid is onder invloed van continueelt iets gewijzigd voor wat betreft organische stof- en kali-gehalte. Het organische stofgehalte

nam met enkele tienden van procenten af, wellicht het sterkst bij continueelt vlas. Het K-gehalte nam het meest af na maïs. Het verloop van de stikstofmineralisatie in de bodem bleek niet merkbaar te worden beïnvloed. Na een extra stikstofbemesting bleef het teeltfrequentie-effect in uien, maïs, vlas en bruine bonen onveranderd aanwezig.

SUMMARY

In the period 1979-1990 a field-experiment was carried out at the PAGV experimental farm near Lelystad to investigate the possible effects of cropping frequency on peas (*Pisum sativum*), field beans (*Vicia faba*), kidney beans (*Phaseolus vulgaris*), forage maize (*Zea mays*), flax (*Linum usitatissimum*) and onions (*Allium cepa*). The objectives of the experiment also were to determine the causes behind the measured effects.

To obtain results as soon as possible the crops mentioned were cropped continuously in a simple blockdesign with only one replication. In 1985 the experiment was enlarged with a six-year rotation of the same crops in the croppingsequence: field beans - flax - peas - maize - kidney beans - onions. All crops in the rotation were grown each year. Except for the peas, none of these crops was grown ever before on the experimental-field. The field was a sandy clay soil with a clayfraction of 20 %, an organic matter content of 2,6 % and pH-KCl of 7,4.

The crops have been grown according to farmers practice and methods. Optimal use was made of anorganic fertilizers and available means of crop protection. Organic manure has not been used.

Compared to cropping in rotation continuous cropping of all six testcrops lead to yield-losses.

Peas in monoculture gave yield-losses up to 90 % and in average 38 % from the seventh to the twelfth year.

Fungi of the so called footrotcomplex caused these significant yield reductions. Beside *Mycosphaerella pinodes*, *Pythium* spp. and *Fusarium*, especially *Phoma medicaginis* var. *pinodella* and *Aphanomyces euteiches* appeared. Also *Perenospora viciae*, to be controlled by a seeddressing with metalaxyl, leafspot diseases (*Mycosphaerella pinodes* and *Botrytis cinerea*), pea and bean weevil (*Sitona lineata*) and weeds occurred more often.

Grain-yield of field beans in monoculture dropped significantly by 24 % in average, which was caused by rootrot (*Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. and

Phoma medicaginis var. *pinodella*) and wilting disease (*Verticillium dahliae*). In humid seasons also the leafspot diseases *Cercospora zonata*, *Botrytis cinerea* and *Botrytis fabae* appeared. As in monoculture of peas pea and bean weevils (*Sitona lineata*) more often appeared.

Of the three pulse crops kidney beans in monoculture showed the smallest yield reduction, namely 14 % in average. *Fusarium* spp., *Pythium* and *Rhizoctonia solani* and incidentally *Sclerotinia sclerotiorum* seemed to be the most important yield reducing agents.

Mutual exchange of the three pulse crops in 1989 and 1990 pointed to a better relationship (qua pathogens) between peas and field beans as between both crops and kidney beans.

Similar to what was found on sandy soils the dry matter yield of forage maize on sandy clay soil dropped significantly with in average 14 %. Although the degree of rootrot was not spectacular, fungi of the order Peronosporales (including *Pythium* spp.) and possibly also bacteria seemed to be the main causes. The importance of the nematode *Pratylenchus neglectus*, which appeared in some years increased numbers, is only limited.

When flax was cropped continuously yield decreased significantly with 47 % compared to growth in a six-year rotation. The fungus *Thielaviopsis basicola* seems to be of (serious) importance.

Onions showed the smallest but significant yield-losses, with in average 10 %. In some years the difference with growth in rotation was even (almost) nil. A deteriorating soil structure and increased weedproblems were the main causes for the yield-losses at continuous cropping.

Frequent cropping of especially flax, onions and peas lead to an increase of the weedpopulation and to serious problems to realise a sufficient control.

Even after 12 years of continuous cropping no main problems have been experienced with plantpathogenic nematodes in this research. The nematode numbers

fluctuated to a great extent over the years.

Continuous cropping, especially of onions and forage maize, without organic manuring, lead to visible negative effects on soil structure.

With monoculture the chemical soil fertility showed some small decreases in organic matter content. The K-content dropped most after forage maize. The course of nitrogen-mineralisation in the soil has not changed noticeable. Extra nitrogen fertilisation did not decrease the cropping frequency effect in forage maize, onions, flax but did to a large extent in kidney beans.

1. INLEIDING

Technisch-economische ontwikkelingen in de landbouw hebben tot gevolg dat de inkomens van akkerbouw- en vollegrondsgroentenbedrijven de laatste decennia min of meer voortdurend onder druk staan.

Aangezien oppervlaktevergroting voor de meeste bedrijven niet te realiseren is, worden de mogelijkheden tot inkomensbehoud of inkomensverbetering veelal gezocht in opname in het bouwplan van enkel de hoogst salderende gewassen. Dit leidt tot een frequenter telen van een gewas of een groep van (verwante) gewassen met eventuele gevolgen voor het optreden van vruchtwisselingsgebonden pathogenen (ziekten en plagen) alsook voor de fysische en chemische bodemvruchtbaarheid. Een andere mogelijkheid, waarmee voornoemde gevolgen voor de bodemgezondheid eventueel kunnen worden ontlopen, is de opname van financieel interessante andere of 'nieuwe' gewassen. Hoewel de mogelijkheden hiertoe in eerste instantie niet zo groot lijken en inmiddels ook blijken, kan een verbetering van de afzet- of verwerkingsmogelijkheden de teelt van een tot op dat moment onbeduidend gewas vrij plotseling toch een stuk interessanter maken.

Dit alles in overweging genomen kwam men eind jaren zeventig tot het besluit dat er in het onderzoek, behalve die aan de grote akkerbouwgewassen aardappelen, suikerbieten en graan, ook aandacht besteed moest worden aan de vruchtwisselingsaspecten van 'kleinere' gewassen die ook een belangrijk deel van het bouwplan zouden kunnen gaan innemen. Met name werd op dat moment gedacht aan de gewassen erwten (*Pisum sativum*), veldbonen (*Vicia faba*), bruine bonen (*Phaseolus vulgaris*) als vertegenwoordiger van de stambonen, maïs (*Zea mays*), vlas (*Linum usitatissimum*) en zaaiuien (*Allium cepa*).

Van andere gewassen is het bekend dat nauwe vruchtwisseling en in het bijzonder continueelt tot lagere opbrengsten leiden, vaak veroorzaakt door bodempathogenen. Onderzoeksgegevens over de gevolgen van het telen van genoemde zes gewassen in een hoge(re) frequentie zijn in het algemeen schaars. Uit de literatuur bekend onderzoek is bovendien vaak uitgevoerd onder omstandigheden, zoals bij voorbeeld de bemestingstoestand, die sterk van de Nederlandse situatie verschil-

len. Ook zijn de oorzaken achter de gemeten effecten niet altijd duidelijk.

Voor wat betreft de peulvruchten en met name de erwten is evenwel vrij veel literatuur voorhanden. Sinds jaren staat de erwt in Nederland bekend als een zelfonverdraagzaam gewas. Meijers (1955) vond op het proefveld 'Blink' al na drie jaar continueelt een vroeg afstervend gewas. Na tien jaar leverden continueelt en één op twee teelt nauwelijks nog een oogstbaar gewas. Als oorzaak worden voeten- en vaatziekten genoemd. Ook Riepma (1967) vond een negatief verband tussen de teeltfrequentie, het optreden van wortelverbruining en de korrelopbrengst. Chroboczek (1962, Polen), Wicke (1978, Duitsland), Dreibrodt (1980, Duitsland) en Wallgren (1984, Zweden) zagen de opbrengst van erwten dalen naarmate de teeltfrequentie toenam of langer in continueelt verbouwd werd. De hoogte van de opbrengstderving was wisselend. Zo vond Surlekow (1972, Bulgarije) na acht jaar continueelt slechts een afname van 20 % ten opzichte van teelt in rotatie.

Over de Phaseolus-boon is duidelijk minder gepubliceerd. Chroboczek (1962) noemt het gewas matig verdraagzaam en constateert bij continueelt een opbrengstderving van 13 % (bij zaadteelt) ten opzichte van teelt in rotatie. Surlekow (1972) vond na acht jaar continueelt zelfs een opbrengstverlies van 38 % (bij teelt voor de verse markt).

Meijers (1955) nam voor veldbonen een dalende opbrengst (tot 60 %) waar, naarmate langer in continueelt of een-op-twee verbouwd werd. Niewiadomski en Zewislak (1983) vonden bij onderzoek in Polen geen verschil tussen een-op-zes en een-op-drie teelt. Continueelt gaf echter gemiddeld 34 % minder korrelopbrengst. Diverse schimmels en bacteriën werden in het continueelt gewas veelvuldiger aangetroffen. Terwijl in Engeland Phaseolus bonen en erwten als eenzelfde gewas worden beschouwd (Biddle, 1982) heerst in Nederland het idee dat Vicia bonen en niet Phaseolus bonen qua gemeenschappelijke bodemziekten als eenzelfde gewas moeten worden gezien (NN, 1983).

Meldingen over het teeltfrequentie-effect bij maïs zijn wisselend. Shehu (1983, Albanië) vond geen opbrengstreductie bij continueelt. Wicke (1978, Duitsland) deed 15 jaar frequentie-onderzoek en vond tot een-op-drie teelt geen effecten maar bij continueelt 6 % derving. Györffy (1984, Hongarije) noemt 14 % opbrengstderving bij continueelt ten opzichte van een vierjarige rotatie. Zawislak et al. (1982)

noemen zelfs 9 % tot 30 % opbrengstverlies bij continueelt en ook Lörincz et al. (1981) spreken van 20 % lagere opbrengst. Grondsoortverschillen spelen mogelijk een rol bij de hoogte van de opbrengstderving. Over de oorzaken wordt weinig anders vermeld dan dat er sprake is van een zekere mate van wortelrot.

Van vlas is vanouds bekend dat vlasbrand (*Pythium megalacanthum*) een potentieel gevaar vormt indien niet gezorgd wordt voor een ruime vruchtwisseling. Teelt-frequentie-onderzoek met vlas is echter voor zover bekend nooit uitgevoerd. Alleen Meijers (1955) beschrijft de resultaten van drie jaar achtereenvolgende vlasteelt. Hij vond op het proefveld 'Blink' in afwezigheid van vlasbrand een terugval van de opbrengst (vezel + zaad) van 35 %.

In verband met de slecht tot nauwelijks te bestrijden pathogenen witrot (*Sclerotium cepivorum*) en het stengelaaltje (*Ditylenchus dipsaci*) wordt geadviseerd de ui niet vaker dan eenmaal per vijf à zes jaar te telen. In afwezigheid van deze pathogenen lijkt het gewas ui echter goed zelfverdraagzaam. Chroboczek (1962), Borna (1969) en Dreibrodt (1980) vonden geen negatieve gevolgen voor de opbrengst van ui bij continueelt. Surlekow (1972) noemt de ui echter slecht zelfverdraagzaam en spreekt over 44 % minder opbrengst bij continueelt in vergelijking met het eerste teeltjaar. Een toenemende onkruiddruk en een afname van het bodemleven (bacteriën, schimmels) zouden oorzaak zijn.

Het feit dat nog onvoldoende informatie voorhanden was over de grootte van te verwachten teeltfrequentie-effecten op een vruchtbare zavelgrond in Nederland, alsmede over de oorzaken achter eventuele effecten en de oplossingsmogelijkheden, heeft geleid tot de beslissing in 1979 een veldproef te starten op het proefbedrijf van het PAGV te Lelystad.

Doel van het onderzoek was via continueelt voor de gewassen landbouwerwten, veldbonen, bruine bonen, snijmaïs, vlas en zaaiuien zo snel mogelijk te komen tot inventarisatie van eventuele frequentie-effecten. Door vervolgens gericht te zoeken naar de oorzaken achter de gemeten effecten kon getracht worden via aanvullend onderzoek oplossingen aan te dragen.

In dit verslag worden de resultaten van twaalf jaar onderzoek (1979-1990) beschreven. Na een beschrijving van de proefopzet volgt een hoofdstuk over de bevindingen.

gen met betrekking tot de bodemvruchtbaarheid. Vervolgens passeren de gewassen een voor een de revue. In de hoofdstukken vier tot en met negen wordt per gewas een beschrijving gegeven van het (eventuele) detailonderzoek, de verzamelde resultaten en een bespreking hiervan.

Het verslag wordt besloten met een synthese van alle geboekte resultaten.

2. PROEFOPZET

In 1979 zijn op het proefbedrijf van het PAGV te Lelystad continueelten opgezet van de gewassen erwten (*Pisum sativum*), zaaiuien (*Allium cepa*), bruine bonen (*Phaseolus vulgaris*), vlas (*Linum usitatissimum*), veldbonen (*Vicia faba*) en snijmaïs (*Zea mays*). De aanleg vond plaats in de vorm van een eenvoudige blokkenproef in enkelvoud, met velden van 50 x 45 meter. Ter beoordeling van het groeiverloop vormden de eerste zes proefjaren parktijkvelden op het PAGV-bedrijf de referentiegewassen.

Om betere referentiepunten te hebben voor de gewassen in continueelt is het proefveld in 1985 uitgebreid met een ruime rotatie van dezelfde gewassen in de vruchtopvolgning: veldbonen - vlas - erwten -snijmaïs - bruine bonen - zaaiuien. De voorvrucht 1984 van deze uitbreiding betrof deels wintertarwe en grasgroenbemesting en deels suikerbieten (zuidelijke 20 meter van de velden). In bijlage 1 is een proefschema van de veldproef weergegeven. In 1990, na twaalf jaar onderzoek is de veldproef afgesloten.

De in het onderzoek opgenomen gewassen werden, erwten uitgezonderd, niet eerder op het proefperceel geteeld. Dit blijkt ook uit het volgende overzicht van de gewassen die op het proefperceel zijn geteeld sinds de uitgifte in 1971.

1971 aardappelen - 1972 graan - 1973 suikerbieten - 1974 wintertarwe - 1975 aardappelen - 1976 wintertarwe - 1977 doperwten - 1978 deels suikerbieten en deels graszaad (zuidelijke helft).

Voor de rotatievelden ligt de situatie anders. In de periode 1973-1984 werd de voorvruchtsituatie bepaald door de rotatie aardappelen-suikerbieten-wintertarwe + grasgroenbemester.

De proef is aangelegd op een zavelgrond met een lutumfractie van 0,20 (30 % afslibbare delen), een massafractie organische stof van 0,026 (2,6 %) en een pH-KCl van 7,4 (zie bijlage 2).

Bemesting. Vanaf 1981 zijn in het voorjaar (februari/maart) telkens grondmonsters genomen van de lagen 0-30, 30-60 en tot 1987 ook 60-90 cm ter bepaling van de

hoeveelheid minerale stikstof in de bodem. De uitslagen van het onderzoek dienden als basis voor bepaling van de hoogte van stikstofbemesting. De adviezen, zoals gehanteerd door de voorlichtingsdienst, golden daarbij als uitgangspunt. De erwten, veldbonen en (tot 1987) ook de bruine bonen ontvingen geen stikstofbemesting. Vanaf 1987 is aan de bruine bonen 100 kg N per ha verstrekt. Bij de snijmaïs is de bodemvoorraad (0-60 cm) aangevuld tot 190 à 200 kg N per ha. De vlas is bemest volgens het advies 75 minus de bodemvoorraad (0-60 cm). De zaaïuien, ten slotte, ontvingen aanvankelijk (1979-1984) circa 110 kg N per ha. Van 1985 tot 1989 is bemest volgens het toen geldende advies van '180 minus bodemvoorraad (0-60 cm), met een maximumgift van 150 kg N per ha. In 1990 is het nieuwste advies gehanteerd van 'optimale gift van 110 kg N per ha'.

De stikstof is aangewend in de vorm van kalkammonsalpeter. Uitzondering vormde de bruine bonen, waar kalkstikstof (Perlka, 20 %) is gebruikt. De verdere bemesting bestond jaarlijks uit zowel 100 à 125 kg per ha P_2O_5 als K_2O , aangewend in december, kort voor het ploegen van het gehele proefveld.

Organische bemestingen, in wat voor vorm ook, zijn niet toegepast gedurende de proefduur. In sommige gevallen is afgeweken van de vermelde bemesting(hoeveelheden) door bijvoorbeeld de aanleg van stikstofniveaus of toepassing van rijenbemesting. Bij de betreffende gewassen volgt hiervan een nadere beschrijving.

Teelt. De gewassen zijn zoveel mogelijk geteeld volgens de normen en methoden die ook in de praktijk gebruikelijk zijn. Voor een aantal algemene teeltgegevens wordt verwezen naar tabel 1. Specifieke en afwijkende werkwijzen zijn verder vermeld bij de betreffende gewassen in de hoofdstukken 4 tot en met 9.

De onkruidbestrijding is deels chemisch en waar mogelijk en noodzakelijk mechanisch (schoffelen en wieden) uitgevoerd. Ziekten en plagen zijn preventief en/of curatief bestreden via gebruikelijke en toegelaten zaaizaadbehandelingen en gewasbespuitingen.

Zodra het gewas rijp of volgroeid was, werd de oogst verricht. Om opbrengstverliezen door met name duivenvraat te voorkomen werden de erwten in de meeste gevallen al in een relatief vroeg stadium geoogst.

De hoofdgrondbewerking bestond uit ploegen, uitgevoerd in november/december.

Tot slot kan ten aanzien van de teelt nog worden vermeld dat geen kunstmatige berekening is toegepast en dat de gewasresten (erwte- en bonestro bijvoorbeeld) meestal zijn verhakseld en ingewerkt.

Tabel 1. Enkele teeltgegevens van de beproefde gewassen.

gewas	ras	zaaitijd	hoeveelheid zaaizaad	rijenafstand	oogsttijd
erwten	Finale	maart	70 zaden/m ²	25 cm	augustus
zaaiuien	Jumbo	maart/april	6 kg/ha	27 cm	september
bruine bonen	Narda	mei	26 zaden/m ²	50 cm	oktober
vlas	Belinka	maart/april	± 110 kg/ha	12½ cm	juli/augustus
veldbonen	Alfred	maart	20 zaden/m ²	50 cm	september
maïs	LG11	eind april	11,4 zaden/m ²	75 cm	oktober

Waarnemingen. In de eerste proefjaren zijn de waarnemingen beperkt gebleven. Vanaf 1982-1983 zijn deze evenwel geïntensiveerd. Na opkomststellingen ter bepaling van de standdichtheid zijn bijzonderheden in groei en ontwikkeling telkens op de voet gevolgd. Speciale aandacht kregen eventuele ziekteaantastingen. De opbrengstbepalingen en bijbehorende metingen aan en beoordelingen van het geoogste produkt vormden aan het einde van de teelt belangrijke waarnemingen. De oogst vond voornamelijk machinaal plaats. Om praktische redenen is soms in handwerk geoogst.

Waar mogelijk en gewenst zijn de opbrengstgegevens onderworpen aan een variantie-analyse en zijn tevens LSD-waarden (5 %) bepaald.

3. BODEMVRUCHTBAARHEID

3.1. Fysische bodemvruchtbaarheid

Continuteelt van een gewas heeft duidelijke gevolgen voor de structuur van de grond. Dat de aard van het gewas hierbij een rol speelt is niet verwonderlijk. Gewassen als vlas, erwten en bruine bonen laten ook na een eenmalige teelt al een fraaie, fijne structuur achter.

Naarmate het onderzoek vorderde bleek het jaar-op-jaar telen van hetzelfde gewas, zonder organische bemestingen en met telkens de meer of minder intensieve berijding/bewerking van het perceel zijn sporen achter te laten. Zo is, gezien de optredende verschillen in de winter van 1984-1985, enkele malen een visuele beoordeling uitgevoerd op de vlakheid en aggregaatgrootte na het ploegen van de continueeltvelden. Op 5 december 1984, kort na het ploegen, is per veld een beoordelingscijfer gegeven voor vlakheid (volgens de IB-verslempingsschaal van Boekel) en voor aggregaatgrootte. Op 13 maart 1985 is opnieuw beoordeeld, nu alleen op vlakheid ('verslemping'). In tabel 2 zijn de resultaten vermeld.

In december bleken het erwtenveld en in mindere mate het veldbonenveld vlakker en minder grofkluitig te liggen dan de overige velden. Met name het uien- en maïsveld lagen daarentegen zeer ongelijk. In maart, na een vorstrijke en ook vrij natte winter, was het land goed vlak en verweerd. Het maïs- en uienveld lagen nog het grofst. Het geschetste beeld bleef ook in de volgende jaren duidelijk zichtbaar. Hoewel een slechtere bodemstructuur meestal geen direkt aanwijsbare gevolgen heeft, kan dit soms toch wel het geval zijn. In 1988 kwam de slechtere, grovere bodemstructuur van de continueelt uien goed merkbaar naar voren. Een natte herfst/winter had tot gevolg dat pas half januari geploegd kon worden. Vervolgens verliep de winter zonder 'structuurverbeterende' vorstperiode en volgde in het voorjaar direkt na het zaaien een droogteperiode. Het gevolg was een onregelmatige en onvolledige opkomst. Op het continueeltveld stonden uiteindelijk ruim 25 % minder planten dan op het rotatieveld. De opbrengst bleef later zo'n 20 % achter!

Tabel 2. Vlakteligging (volgens IB-verslempingsschaal) en aggregaatgrootte van de continueeltvelden direct na het ploegen alsmede na de winter in 1984-1985.

continueelt	vlakheid	aggregaatgrootte	vlakheid
	05-12-1987	05-12-1987	13-03-1985
erwten	5,5	8,5	7
zaaiuien	8,5	5	8
bruine bonen	7,5	7	7,5
vlas	7,5	7	7,5
veldbonen	6,5	8	7
snijmaïs	8,5	6,5	8,5

Vlakheid : 9 = zeer ongelijk, veel hoekige brokken, ploegvoor vrijwel intact;
5 = vrij vlak (enigermate verslemt).

Aggregaatgrootte : 9 = kleine kluiten;
5 = grote kluiten.

Vergelijkbaar waren de opkomstresultaten van de maïs in 1989. Ook bij de maïs was sprake van een droogteperiode na inzaai in een situatie waar de grond zeer kluitig was (na wederom een vorstloze winter). Op het continueeltveld bleef het opkomstpercentage daardoor circa 10-15 % achter bij het rotatieveld.

In 1989 werd op een andere wijze het verschil in kluitigheid tussen de percelen nog eens bevestigd. In het kader van onderzoek naar het voorkomen van *Verticillium dahliae* is in 1989 op alle percelen een strookje aardappelen geteeld. Na de (machinale) oogst van deze aardappelen is ook de hoeveelheid grondtarra bepaald. Op de continueeltvelden snijmaïs en zaaiui is respectievelijk 2,6 en 2,2 kg per m² grondtarra gemeten. Veldboon volgde met 1,1 kg, terwijl erwt, bruine boon en vlas uitkwamen op circa 0,7 à 0,8 kg droge grond per m². Op de ruime rotatie was de hoeveelheid grondtarra gemiddeld 1,5 kg per m². Opvallend was hier dat na de voorvruchten maïs en ui de meeste grondtarra werd aangetroffen, gevolgd door de voorvruchten maïs en ui. Zowel de winter van 1988 als van 1989 waren vorstloze winters.

3.2 Chemische bodemvruchtbaarheid

3.2.1 Algemeen

Zowel najaar 1979 (alleen K-gehalte en Pw-getal), 1984 als 1990, bij afsluiting van de proef, zijn per perceel grondmonsters gestoken uit de laag 0-20 cm voor met name chemisch onderzoek. Uit de resultaten (bijlage 2) blijkt dat de fosfaat- en kalitoestand door de jaren vrij constant dan wel licht gedaald zijn en in ieder geval voldoende tot vrij hoog zijn gebleven. Volgens gegevens uit het Handboek voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond (PAGV, 1989) wordt door snijmaïs per ha ongeveer 80 kg P_2O_5 en 230 kg K_2O afgevoerd. Voor erwten, vlas en uien bedragen deze getallen ongeveer 45 kg P_2O_5 en 80-120 kg P_2O_5 . Uit tabel 3 blijkt dat voor maïs inderdaad de grootste afname in K-gehalte wordt gevonden tussen 1979 en 1990 en bij vergelijking van continueeltveld en naast gelegen rotatieveld in 1990. Dit in de proefsituatie waar alle velden een uniforme bemesting hebben ontvangen. De Pw-cijfers van 1979 en 1990 variëren binnen een jaar te sterk om hieraan conclusies te kunnen verbinden ten aanzien van toe- en afname in de tijd onder invloed van continueelt.

Tabel 3. Verschil in het K-gehalte tussen 1979 en 1990 op de continueeltvelden en verschil tussen continueeltveld en naastgelegen rotatieveld in 1990. Tevens jaarlijkse afvoer van K_2O per jaar (bron: Handboek voor de akkerbouw, PAGV 1990).

	wijziging K-gehalte		afvoer K_2O (kg/ha)
	continueelt 1979-1990	rotatie/continueelt	
erwten	-4	+2	80
zaaiuien	-4	-1	120
bruine bonen	-2	+4	?
vlas	0	+2	95
veldbonen	-3	+3	?
snijmaïs	-7	-5	232
gemiddeld	-3	+1	

Het MgO-gehalte en de pH zijn (logischerwijs) gelijk gebleven. Opvallend is de afname (op alle percelen) van het percentage CaCO_3 met circa 1 % tussen 1984 en 1990.

Het organische-stofgehalte is in deze periode afgenomen met enkele tienden van procenten. Bij vergelijking van de organische stofgehalten in 1984 en 1990 (tabel 4) blijkt in alle continueelten, met uitzondering van zaaiuien, sprake te zijn van een afname in de tijd. Vooral bij snijmaïs en veldbonen lijkt de afname aanzienlijk. Het vlasperceel vertoonde in 1984 al een opvallend laag gehalte (bijlage 2). Bij vergelijking van de situatie in 1990 op de continueeltvelden ten opzichte van de direct naastgelegen rotatievelden blijkt het grootste (negatieve) verschil aanwezig na continueelt vlas en in zekere mate na uien. Positieve verschillen worden aangetroffen op het erwten- en veldbonenperceel ten opzichte van de naastgelegen ruime rotatievelden. Deze resultaten vertonen een aardige overeenkomst met de hoeveelheden effectief organisch materiaal die met de diverse gewassen worden aangevoerd. Op grond van deze overeenkomst zou de vergelijking rotatievelden-continueeltvelden wel eens meer de waarheid kunnen benaderen dan de vergelijking 1984-1990 van de organische stofgehalten op de continueeltvelden. Helaas ontbreken echter meer meetpunten uit de proefperiode.

Uit het grondonderzoek in 1990 blijkt dat de gehalten aan koper, cobalt, borium en mangaan in de grond weliswaar een zekere spreiding vertonen, maar bij continueelt toch niet sterk uiteen gaan lopen. Hetzelfde geldt voor het C/N-quotiënt, al is dit na twaalf jaar continueelt maïs toch wat hoger dan na de andere gewassen."

Zoals eerder vermeld zijn vanaf 1981 (en met uitzondering van 1982) elk voorjaar alle velden bemonsterd ter bepaling van de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem. Het profiel is bemonsterd in de lagen 0-30 cm en 30-60 cm, tot 1987 ook in de laag 60-90 cm. Bijlage 3 geeft een overzicht van de gemeten stikstofhoeveelheden. Wat het meest opvalt zijn de grote verschillen tussen de diverse proefjaren. Afhankelijk van het neerslagoverschot en de wintertemperatuur zijn de gemeten hoeveelheden minerale stikstof hoger of lager. Zo zijn na een zeer natte herfst/-winter, zoals in 1983-1984 en 1986-1987, eventueel gevolgd door een koude nawinter, de gevonden waarden laag. Over het geheel genomen laten de gewassen erwten, bruine bonen en veldbonen de meeste stikstof in de bodem achter.

Tabel 4. Toename/afname organische stofgehalte (%) tussen 1984 en 1990 op de continueeltvelden en verschil tussen continueeltveld en naastgelegen rotatieveld (in 1990). Tevens aanvoer effectieve organische stof (kg per ha per jaar) (bron: Handboek voor de akkerbouw, PAGV 1989).

	wijziging organische stofgehalten		aanvoer effectieve organische stof
	1984-1990 (continueelten)	rotatie/continueelten	
erwten	-0,3	+0,3	1000
zaaiuien	0,0	-0,1	300
bruine bonen	-0,2	0,0	650
vlas	-0,3	-0,4	100
veldbonen	-0,4	+0,1	1000
snijmaïs	-0,6	0,0	675
gemiddeld	-0,3	0,0	550

Van deze vlinderbloemigen was dat ook te verwachten. De meeste jaren wordt na zaaiuien en snijmaïs de minste stikstof in het profiel aangetroffen. Dit beeld wordt in het continueeltblok duidelijk aangetroffen en in het rotatieblok maar ten dele. In de rotatie zijn de verschillen kleiner en wisselend van aard.

3.2.2 Het verloop van de stikstofmineralisatie in de bodem

Om na te gaan in hoeverre de stikstofmineralisatie in de bodem eventueel anders gaat verlopen na acht jaar continueelt, heeft de vakgroep Landbouwscheikunde van de Landbouwuniversiteit te Wageningen in 1986 een N-mineraal analyse in geïncubeerde grondmonsters uitgevoerd. Daartoe werden op 25 september 1986 monsters van 2 à 3 kg gestoken uit de laag 0-20 cm (bouwvoor). Gekozen werd voor de objecten: continueelt vlas, continueelt maïs, ruime rotatie (gewas 1986 erwten) en ruime rotatie (gewas 1986 vlas).

Voor maïs en vlas is gekozen vanwege de waargenomen effecten van continueelt op groeiverloop en opbrengst.

De monsters zijn op 29 september 1986 ingezet bij een temperatuur van circa 25 °C. Op 29 september en op vijf data daarna is het gehalte aan NO₃-N en NH₄-N in de monsters bepaald. Tevens werd telkens het vochtgehalte vastgesteld; de grond

werd daartoe bij 105 °C gedroogd.

Behalve in een incubatie-onderzoek is de stikstofleverantie van de grondmonsters ook vergeleken door op de grond spinazie te zaaien. Per monster is op 7 oktober een pot met grond gevuld en ingezaaid met spinazie.

Op 24 oktober is de spinazie geoogst. Bepaald werden vers gewicht, droog gewicht en percentage drogestof.

In bijlage 4 zijn de resultaten van het incubatie-onderzoek en het potproefje weergegeven. Hieruit blijkt dat de mineralisatie van stikstof in grote lijnen gelijk verloopt in de onderzochte monsters. Er is sprake van een vrijwel gelijke toename in hoeveelheid minerale stikstof in de tijd. Deze toename blijft bij één monster van het maïspanceel wat achter. De spreiding tussen beide monsters van het maïspanceel is trouwens opvallend groot! Een ander opvallend feit is dat slechts bij het inzetten van de proef $\text{NH}_4\text{-N}$ werd aangetoond, op enig tijdstip daarna niet meer.

Ook de spinaziepotproef heeft geen spectaculaire verschillen opgeleverd. De spreiding blijkt alleen bijzonder groot en tegen de verwachting in werd op de maïsground de laagste spinazie-opbrengst gemeten. Op alle objecten kwam stikstofgebrek voor.

Samenvattend betekent een en ander dat er geen opvallende verandering is geconstateerd in mineralisatieverloop na acht jaar continueelt vlas of snijmaïs.

3.3 Biologische bodemvruchtbaarheid

3.3.1 *Ontwikkeling aaltjespopulaties*

Regelmatig zijn grondmonsters uit de continueeltvelden, en later ook uit de rotatievelden, genomen en onderzocht op voorkomende nematoden.

Door het Bedrijfslaboratorium voor Grond en Gewasonderzoek te Oosterbeek (BLGG) is gekeken naar eventueel aanwezige cysteaaltjes. Het resultaat was telkens negatief (geen cysteaaltjes aangetroffen), met uitzondering van een monster uit het vlasperceel in 1984. Er werd toen een lichte besmetting met havercysteaaltjes geconstateerd. Mogelijk berust dit op een fout, want deze waarneming is

later niet bevestigd door een tweede waarneming (in een nieuw monster).

De Plantenziektenkundige Dienst en het BLGG (1990) hebben het onderzoek op vrijlevende aaltjes uitgevoerd. De uitslagen van dit onderzoek staan vermeld in bijlage 5 (continueeltvelden) en bijlage 6 (rotatievelden).

Het blijkt dat er wel een verband is tussen het gewas en het aantal aaltjes en/of de aaltjessoort, maar zelfs na twaalf jaar continueelt is er, voor zover bekend, geen sprake van schadelijke niveaus van plantpathogene nematoden. In snijmaïs lijkt *Pratylenchus neglectus* overigens wel in nagenoeg schadelijke aantallen aanwezig te zijn. In hoofdstuk 7 (Snijmaïs) wordt hierop nader ingegaan. Al na enkele jaren continueelt blijkt *Pratylenchus neglectus* met name in bruine bonen en snijmaïs voor te komen. Dit beeld blijft in de loop der jaren gehandhaafd. *Pratylenchus* bereikt, vooral in de eerste jaren, de hoogste aantallen onder vlas en zaaiuien.

Rotylenchus komt later vooral onder vlas naar voren. In (continueelt) zaaiuien zijn geen stengelaaltjes (*Ditylenchus dipsaci*) aangetroffen.

De aantallen en soorten aaltjes in de rotatievelden wijken niet opvallend af van die in de continueelten.

3.3.2 Onkruidsituatie

Zoals te verwachten was heeft het onderzoek aangetoond dat de samenstelling van het bouwplan en de teeltfrequentie van de gewassen een duidelijke invloed hebben op de onkruiddruk en de voorkomende onkruidsoorten.

De frequente teelt van eenzelfde gewas leidde op het proefveld te Lelystad tot een toenemende onkruiddruk. Dit noopte tot een toenemend gebruik van chemische onkruidbestrijdingsmiddelen en het herhaaldelijk moeten schoffelen dan wel in handwerk wieden. Exacte gegevens over de tijdsinzet zijn niet bijgehouden zodat deze niet verder gekwantificeerd kan worden.

In hoeverre de onkruiddruk echt een probleem wordt, bleek gewasafhankelijk. Met name in de meer open gewassen leverde het aanwezige onkruid echt problemen op, ondanks de verhoogde inzet aan herbiciden en handwerk.

In de continueelt veldbonen zijn geen opvallende wijzigingen in onkruiddruk ontstaan.

In de bruine bonen nam de onkruiddruk van met name de soorten ganzevoetachtig-

gen, perzikkruid en akker(melk)distel geleidelijk aan toe. Het geheel bleef echter beheersbaar.

De erwten ondervonden in continueelt in toenemende mate last van de onkruid-druk. Dit kwam mede door het feit dat de erwten slecht groeiden onder invloed van voetziekten. Voorkomende soorten waren melkdistel, kruiskruid, perzikkruid en vooral muur en kleeftkruid. Ondanks herhaalde bespuitingen met middelen als prometryn/simazin, bentazon, dinoseb-acetaat, cyanazin en methabenzthiazuron groeide het onkruid de laatste proefjaren welig.

In snijmaïs viel de onkruiddruk, evenals in veldbonen, mee. In de continueelt kwamen weliswaar wat meer onkruiden voor (perzikkruid, kleeftkruid, muur en vooral zwarte nachtschade) maar deze waren goed beheersbaar.

Het naar verhouding zeer open gewas uien leverde duidelijk meer problemen op. Alleen door de inzet van extra herbiciden en het regelmatig schoffelen en vooral in handwerk wieden, was het gewas redelijk schoon te houden. Al vanaf het derde teeltjaar (1982) kwam bijzonder veel zwarte nachtschade voor. Verder zijn waargenomen grasachtigen, akker(melk)distel, paardebloem, perzikkruid en het wortelonkruid klein hoefblad.

De meeste onkruidproblemen zijn ondervonden in het gewas vlas. De beschikbaarheid van slechts enkele herbiciden, het niet kunnen toepassen van mechanische bestrijdingstechnieken en de steeds slechtere groei van vlas in continueelt zorgden ervoor dat de laatste jaren het gewas te lijden had van het onkruid. Voorkomende soorten: akker(melk)distel, melganzevoet, varkensgras, ereprijs, muur en klein hoefblad.

4. ERWTEN

4.1 Materialen en methoden

De erwten, steeds ras Finale, zijn jaarlijks eind maart/begin april gezaaid bij een rijenafstand van 25 cm en naar circa 70 zaden per m². Het zaaizaad werd aanvankelijk ontsmet met thiram en vanaf 1983 met Apron (metalaxyl + captan).

Een stikstofbemesting werd niet uitgevoerd.

De onkruidbestrijding bestond uit enkele volvelds herbicide-bespuitingen aangevuld met schoffelen en wieden.

Aanwezige bladrandkevers zijn bestreden met parathion, luizen eventueel met pirimicarb. De laatste proefjaren is een eenmalige bespuiting uitgevoerd met Ronilan (vinchlozolin) tegen Botrytis en Sclerotinia. Bij alle bespuitingen zijn de geadviseerde doseringen gehanteerd.

Qua waarnemingen is bij de erwten speciale aandacht geschonken aan voet- en vaatziekten. Regelmatig zijn tussentijds planten opgestoken om te beoordelen op ziekteaantasting.

Opbrengstbepaling is uitgevoerd door maaidorsen van het gehele veld dan wel in handwerk oogsten van subveldjes (15 m²) waarvan het nagedroogde gewas vervolgens gedorsen werd.

Het erwtestro is tot 1984 afgevoerd, daarna verhakseld op het perceel.

Proef 1. Zaaizaadontsmetting

Met als doel het bepalen van de effectiviteit van zaaizaadontsmetting tegen voetziekten en valse meeldauw (*Peronospora viciae*), zijn in de jaren 1984-1986 in het continueelt erwtenperceel strokenproeven aangelegd. De vergeleken objecten, in viervoud aangelegd, waren:

A - zaaizaadontsmetting met Aliëtte + TMTD; 4 g + 1,5 g (80 %) per kg;

B - zaaizaadontsmetting met Apron 70SD; 2 g per kg;

C - zaaizaadontsmetting met Aliëtte + TMTD + Bavistin; 4 g + 1,5 g + 4 ml per kg.

De actieve stoffen van Aliëtte, Apron en Bavistin zijn achtereenvolgens fosethyl-aluminium, metalaxyl + captan en carbendazim.

Het gewas werd regelmatig, veelal twee-wekelijks, beoordeeld op voetziekteaantasting door telkens per veldje 25 planten te oogsten en te beoordelen volgens de aantastingsschaal van Basu (Basu et al., 1976). Alleen in 1985 en 1986 zijn ook opbrengstbepalingen verricht.

Proef 2. Gevoeligheid erwten voor pathogenen van andere peulvruchten

In de periode 1986-1990 zijn proeven aangelegd met als doel een indruk te verkrijgen van de gezondheid van erwten bij teelt op de percelen waar middels veldbonen en bruine bonen een bepaald ziektepotentieel is opgebouwd. In 1986, 1987 en 1988 is volstaan met de inzaai van kleine observatieveldjes (2 m^2) per gewasveld, waaraan slechts enkele oriënterende waarnemingen zijn verricht. In 1989 en 1990 zijn per veld stroken van 300 m^2 ingezaaid. Ook zijn toen opbrengstbepalingen verricht, door per veld zesmaal 15 m^2 te oogsten.

Voetziekte-aantastingen zijn beoordeeld volgens de aantastingsschaal van Oyarzun (Oyarzun, 1990, pag. 122-123).

4.2 Resultaten

Behalve enige schade aan het gewas door vogelvraat, zijn de eerste drie proefjaren geen bijzonderheden opgemerkt.

Het vierde proefjaar (1982) werden de erwten flink aangetast door valse meeldauw (*Peronospora viciae*). Eind mei bleek circa 10 % van de planten besmet met primaire valse meeldauw. In volgende proefjaren bleek, dat deze ziekte prima in toom te houden was door het zaaizaad te ontsmetten met Apron (metalaxyl).

Circa 30 % van de planten bleek in 1982 ook aangetast door voetziekten. Nadien bleek het gewas telkens zwaar aangetast door voetziekten, waarbij de laatste jaren tot 100 % van de planten symptomen vertoonde. Als veroorzakers van het voetziektecomplex werden vooral *Phoma medicaginis* var. *pinodella* en (de laatste proefjaren) *Aphanomyces euteiches* aangemerkt. Beoordeeld op grond van de

symptomen veroorzaakten soms ook *Mycosphaerella pinodes*, *Pythium* spp. en *Fusarium* schade. De erwten in ruime rotatie zijn alle proefjaren gevrijwaard gebleven van voetziekten. In vochtige natte jaren veroorzaakte *Mycosphaerella pinodes* vooral aantasting van het loof, de zogenaamde donkere vlekkenziekte. In 1987, 1988 en 1990 kwam deze ziekte op grote schaal voor. Soms in combinatie met *Botrytis cinerea* (grauwe schimmel), zoals in 1987.

De voetziekte-aantastingen resulteerden in een zich slecht ontwikkelend gewas dat duidelijk minder massa vormde dan erwten geteeld in ruime rotatie. Vroegtijdige geelkleuring, soms al begin juni, en afrijping van het gewas traden veelal op. Het ziektebeeld verschilde wel van jaar tot jaar. In jaren met een nat en koud voorjaar/zomer, zoals in 1987 en 1990, waren de symptomen het ernstigst en resulteerde dit in een compleet misgewas. Andere jaren waren de verschillen tussen continueelt en ruime rotatie veel geringer. Het wortelstelsel kwijnde onder invloed van de voetziekte-aantasting geleidelijk aan weg. Dit had tevens tot gevolg dat ook de stikstofknolletjes, die aanvankelijk in grote getale aanwezig waren, hun werking spoedig verloren. De onkruidbestrijding leverde in de continueelt erwten steeds grotere problemen op, gezien de beschikbare chemische middelen en de beperkte mogelijkheden van mechanische bestrijding. Doordat het gewas bovendien maar matig tot slecht groeide en niet eens tot volledige grondbedekking kwam, kreeg het onkruid extra kans. Dit had vervolgens weer zijn weerslag op het opbrengstvormend vermogen van de erwten.

In de jaren dat het gewas zeer slecht groeide zorgden ook duiven nog eens voor een verlaging van de opbrengst door in dit gewas extra te foerageren.

Continueelt van erwten leverde extra mogelijkheden voor en dus extra problemen met bladrandkevers (*Sitona lineata*). Elk voorjaar diende hieraan extra aandacht geschonken te worden en enkele bespuitingen te worden uitgevoerd. De bestrijding verliep niet altijd efficiënt, zodat later toch larven werden aangetroffen in de stikstofknolletjes op het erwtewortelstelsel. De proefjaren 1983 en 1985 vormden hiervan voorbeelden.

In tabel 5 zijn de opbrengsten weergegeven, zoals deze in de proefperiode zijn gemeten.

Tabel 5. Korrelopbrengsten (kg per ha) en duizendkorrelgewichten (g) van de landbouwerwten bij continueelt ten opzichte van rotatie (1 op 6).

	korrelopbrengst		duizendkorrelgewicht	
	continueelt	rotatie	continueelt	rotatie
1981	3320			
1982	3740			
1983	5580			
1984	3740			
1985	3950	4810		
1986	5010	6330	353	346
1987	1725	4225	250	236
1988	4700	5065		
1989	5155	6925	324	335
1990	625	6580	229	350
gemiddeld 1985-1990	3525	5655	289	317

LSD (0,05) - gemiddelde opbrengst = 2114

De opbrengsten varieerden sterk van jaar tot jaar. De situatie van erwten in continueelt verslechterde niet in de jaren. Van jaar tot jaar varieerde het verschil in opbrengst van de continueelt ten opzichte van teelt in (ruime) rotatie, en wel van 7 % (1988) tot ruim 90 % (1990)! Gemiddeld over de laatste zes jaar bleef de opbrengst met 38 % significant achter. Het duizendkorrelgewicht bleef gemiddeld maar weinig achter ten opzichte van de teelt in rotatie.

Proef 1. Zaadontsmetting

De zaaizaadbehandelingen hebben uiteindelijk geen enkele invloed gehad op de mate van voetziekte-aantasting. Aanvankelijk leek ontsmetting met carbendazim (object C) de aantasting te kunnen afremmen maar bij waarnemingen later in het seizoen waren de verschillen in aantasting ten opzichte van objecten A en B telkens genivelleerd. Het middel is niet lang genoeg werkzaam. De waarnemingen worden ondersteund door de geringe verschillen in opbrengsten in 1985 en 1986 (tabel 6).

Tabel 6. Resultaten zaadontsmettingsproef: ziekte-index (op basis aantastingsschaal Basu) en korrelopbrengst (kg per ha - 16 % vocht).

	voetziekte-index				opbrengst	
	28-06-1985	30-07-1985	16-06-1986	01-07-1986	1985	1986
A - Aliëtte + TMTD	0,9	3,4	2,9	3,9	3960	5125
B - Apron	1,1	3,3	2,8	3,8	3975	4880
C - Aliëtte + TMTD + Bavistin	0,7	3,3	2,0	3,8	3926	5020
LSD (0,05) =					597	514

Proef 2. Gevoeligheid erwten voor pathogenen van andere peulvruchten

De resultaten van de observatieveldjes (1986-1988) zijn als volgt samen te vatten. Opkomst en eerste ontwikkeling waren op alle drie velden (continueelt erwten, veldboon en bruine boon) goed. Op het perceel continueelt erwten werden de erwten zwaar door voetziekten aangetast (ziekte-index eind juni tot 3,8 op schaal van 0 tot 5 van Oyarzun). Op het veldbonenperceel werden de erwten matig aangetast, zij het dat wel alle planten enige aantasting vertoonden. Voor zover na te gaan betrof het dezelfde pathogenen als op het erwtenperceel. De erwten op het bruine bonenperceel bleven vrij van aantasting. De hoogte van het gewas, het aantal peulen per plant en het (vers)gewicht per plant waren hier het hoogst.

De conditie van wortelstelsel en stikstofknolletjes was op het bruine bonenperceel prima, terwijl deze op beide andere percelen in de loop van het seizoen slecht was.

De beschreven resultaten van de observatieveldjes zijn vervolgens in grote lijnen bevestigd in de uitwisseling van gewassen in de grote velden, zoals in 1989 en 1990 uitgevoerd. Opvallend was alleen dat de erwten in 1989 op het continueeltveld veldbonen vrij gezond bleven, terwijl de erwten in continueelt toch zwaar ziek waren. In tabel 7 zijn de korrelopbrengsten vermeld. De opbrengsten van de erwten in continueelt bleven in 1989 en 1990 respectievelijk 25 % en 91 % achter bij de teelt in rotatie. Erwten geteeld na continueelt bruine bonen brachten evenveel op dan geteeld in rotatie. Na veldbonen bleef de opbrengst alleen in 1990

achter ten opzichte van teelt in ruime rotatie, en wel zo'n 17 %. De duizendkorrelgewichten vertoonden in grote lijnen hetzelfde beeld als de opbrengsten.

Tabel 7. Resultaten peulvruchtenuitwisseling: korrelopbrengsten erwten (kg per ha gedroogd en geschoond produkt) en duizendkorrelgewichten (g).

	korrelopbrengst		duizendkorrelgewicht	
	1989	1990	1989	1990
continueelt	5155	625	324	229
ruime rotatie	6925	6580	335	350
na continueelt bruine bonen	6770	6760	329	355
na continueelt veldbonen	6925	5460	318	332
LSD (0,05) =	525	151	14	10

4.3 Bespreking

Het onderzoek heeft eerdere resultaten bevestigd en aangetoond dat de erwten als een zelfonverdraagzaam gewas betiteld dienen te worden. Op verschillend vlak levert de frequente teelt problemen op. Valse meeldauw komt naar voren, maar is via een eenvoudige zaadontsmetting in de hand te houden. Het voetziektecomplex levert veel grotere problemen op en is met de middelen die beschikbaar zijn niet te stoppen. Een zaadontsmetting met carbendazim, dat infectie van de plant vanuit het zaad tegen gaat, geeft een goede bescherming gedurende de vroege ontwikkelingsstadia maar is niet afdoende bij een hoge ziektedruk, zoals opgebouwd in continueelt. Als gevolg van de geringere uitspoeling werken fungiciden als zaadbehandeling nog het best onder droge omstandigheden. In 1988 toonde Oyarzun dit nog eens aan (Oyarzun, 1990 - bijlage 5).

Mede door de slechte groei van het gewas neemt de onkruiddruk in een frequente teelt van erwten flink toe en vormt de bestrijding een groot probleem. In dit onderzoek zijn nematodenpopulaties en bodemstructuur geen probleem gebleken.

Gemiddeld is over de laatste zes proefjaren een opbrengstderving van bijna 40 %

gemeten met uitschieters naar een volledig mislukt gewas in vooral de natte, koude groeiseizoenen. Deze resultaten stemmen overeen met wat in de literatuur vermeld wordt. Zo publiceerde de Deen Flengmark (1989) over vergelijkbare opbrengst reacties veroorzaakt door dezelfde pathogenen: *Aphanomyces euteiches*, *Phoma medicaginis*, *Pythium* spp. en *Fusarium* spp.

Op grond van de waarnemingen en metingen in dit onderzoek zou geconcludeerd kunnen worden dat in de rotatie erwten en veldbonen als eenzelfde gewas moeten worden gezien en bruine bonen als een afzonderlijk gewas. Oyarzun (1990) veronderstelt dat qua pathogenen veldbonen en erwten mogelijk dichter bij elkaar liggen dan bruine bonen en erwten. Dit op grond van de waarneming dat *Phoma medicaginis* alleen op erwten en veldbonen werd aangetroffen. Echter hij trof de pathogenen *Fusarium oxysporum*, *F. solani* en *Pythium* spp. aan op erwten geteeld op continueeltgrond van alle drie peulvruchten. In combinatie met het gegeven dat voetziekteverwekkende pathogenen minder gespecialiseerd raken indien verschillende peulvruchten elkaar afwisselen, doet hem adviseren alle drie peulvruchten wel als verwante gewassen te zien. Geadviseerd wordt om peulvruchtensoorten in het bouwplan af te wisselen en niet vaker dan twee op de tien jaar op een perceel terug te keren.

Afwijken van dit advies betekent overigens niet dat in alle gevallen *direct* problemen optreden. In dit onderzoek heeft de ruime rotatie geen problemen gegeven met voetziekten, etc., terwijl wel drie van de zes jaren peulvruchten zijn geteeld. Het had echter anders kunnen uitpakken!

5. VELDBONEN

5.1 Materialen en methoden

De gehele proefperiode is bij de veldbonen gekozen voor het ras Alfred, dat bij een rijenafstand van 50 cm en naar 20 zaden per m² werd gezaaid. De geplande zaaitijd was eind maart/begin april.

Het zaaizaad is ontsmet met thiram en/of carbendazim. Stikstofbemestingen zijn niet uitgevoerd. De onkruidbestrijding is deels chemisch en deels mechanisch (schoffelen en in handwerk wieden) uitgevoerd.

Veelal zijn jaarlijks één à twee bespuitingen uitgevoerd tegen de bladrandkever (met parathion). Enkele malen is een luisbestrijding uitgevoerd met pirimicarb; het betrof in die gevallen met name de zwarte boneluis. Bij gewasbeschermingsmiddelengebruik zijn de geadviseerde doseringen toegepast.

De waarnemingen in veldbonen zijn toegespitst op groeiverschillen en aantasting van het wortelstelsel en de stengelbasis.

Opbrengstbepalingen zijn met de maaidorser uitgevoerd. Hierbij zijn telkens opbrengstveldjes van 150 m² aangehouden.

Het bonestro is de gehele proefperiode verhakseld en over het perceel verdeeld.

Proef 1. Zaaizaadontsmetting

In 1984, 1985 en 1986 is een strokenproef uitgevoerd om de effectiviteit van enkele zaadbehandelingen te toetsen tegen het optreden van voetziekten in veldbonen. De objecten, die in drievoud zijn aangelegd, waren:

A - zaaizaadbehandeling met TMTD 1,5 g (80 %) per kg;

B - zaaizaadbehandeling met TMTD + Bavistin (carbendazim) 1,5 g + 4 ml per kg.

Behalve waarnemingen aan gewas en wortelstelsel zijn tevens opbrengstbepalingen verricht.

Proef 2. Gevoeligheid veldbonen voor pathogenen van andere peulvruchten

Evenals bij erwten en bruine bonen zijn ook met veldbonen proeven aangelegd om

na te gaan hoe de gezondheid van dit gewas is bij teelt op percelen waar continu erwten dan wel bruine bonen vooraf zijn gegaan. In 1986-1988 zijn slechts kleine observatieveldjes aangelegd, in 1989 en 1990 zijn stroken van 300 m² uitgezaaid. Er zijn waarnemingen verricht en de opbrengsten zijn bepaald aan de hand van vier netto oogstveldjes van 15 m² elk.

5.2 Resultaten

In 1982 werd voor het eerst waargenomen dat het wortelstelsel een donkerder kleur vertoonde dan de wortels van een vergelijkbaar gewas veldbonen in ruime rotatie geteeld. In de volgende proefjaren werd dit beeld gehandhaafd en zelfs versterkt. Het wortelstelsel takelde vroegtijdig af, vertoonde insnoeringen en rot, de stikstofknolletjes stierven af en de haarwortels verdwenen. Vooral in wat nattere, koudere jaren kwam dit proces al vroegtijdig, in de loop van juni, op gang. Uit de aangetaste wortels werden vooral de volgende schimmels geïsoleerd: *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Phoma medicaginis* var. *pinodella* en ook *Verticillium dahliae*.

In 1985 werden voor het eerst de typische verwelkingssymptomen van *Verticillium dahliae* in de veldbonen onderkend, waarbij eenzijdige zwartkleuring van stengels optreedt en de planten, van onderuit tot in de plantekoppen gaan verwelken of afsterven. Volgende jaren vertoonden de veldbonen telkens deze verschijnselen en leidde dit (tezamen met de wortelaantastingen) tot een vroegtijdige afrijping en afsterving van het gewas. In continueelt was het gewas telkens één à twee weken eerder afgestorven en oogstrijp dan geteeld in rotatie. Meerdere proefjaren zijn in het gewas bladvlekken aangetroffen veroorzaakt door *Ascochyta fabae*, *Botrytis cinerea* en *B. fabae* (chocoladevlekkenziekte) en door *Cercospora zonata*. Vooral bij vochtig weer breidden de vlekken zich uit en derhalve werd met name in natte jaren schade ondervonden. De schimmel *Cercospora zonata*, die grijze vlekken met concentrische ringen op het blad geeft, komt in de praktijk nauwelijks voor. Alleen in situaties waar sprake is van zeer frequente veldbonenteelt treedt de schimmel op. De aantasting start op de onderste bladeren en komt (afhankelijk van

de vochtigheid van het gewas) omhoog. Bij ernstige aantasting valt het blad af. In 1984, 1987 en 1990 was dit het geval.

De bladvlekkenziekten kwamen in ernstiger mate voor in de veldbonen in continueelt dan bij teelt in rotatie. *Cercospora* werd alleen in de continueelt waargenomen.

Onkruid vormde in de continueelt veldbonen geen bijzondere problemen. Wel kwamen in verhoogde mate bladrandkevers voor, zoals dat ook in de continueelt erwten het geval was. Elk jaar dienden enkele bespuitingen te worden uitgevoerd om aantasting te beperken. Niet altijd lukte dit vlekkeloos, zodat bijvoorbeeld in de proefjaren 1984 en 1985 later in het seizoen de stikstofknolletjes werden aangetast door larven van de bladrandkever.

De korrelopbrengsten zoals deze in de loop der proefjaren zijn gemeten staan samengevat in tabel 8.

Tabel 8. Korrelopbrengsten (kg per ha) en duizendkorrelgewichten (g) van de veldbonen bij continueelt en bij teelt in rotatie.

	korrelopbrengst		duizendkorrelgewicht	
	continueelt	rotatie	continueelt	rotatie
1982	4815			
1983	3055			
1984	4450			
1985	4200	5230		
1986	4920	6010	510	575
1987	3845	5470	446	519
1988	2980	3770		
1989	4140	5155	465	533
1990	3160	5050	484	518
gemiddelde 1985-1990	3875	5115	476	536

LSD (0,05) - gemiddelde opbrengst = 443

De opbrengst van veldbonen die in continueelt worden verbouwd bleef telkens achter bij de opbrengst van veldbonen geteeld in rotatie (feitelijk eerste teelt van dit gewas). Het verschil was significant en bedroeg gemiddeld bijna 25 % (1240 kg per ha). Het verschil kende in 1990 zelfs een uitschieter naar 37 %. Het duizendkorrelgewicht volgde het beeld van de korrelopbrengsten.

De zeer lage opbrengst in 1983 valt te verklaren uit het zeer late zaaitijdstip (6 juni), ten gevolge van het extreem natte voorjaar.

Proef 1. Zaaizaadontsmetting

De zaaizaadbehandelingen hebben weinig of geen effect gesorteerd. Alleen het eerste proefjaar (1984) zorgde het met TMTD + Bavistin (object B) behandelde zaad aanvankelijk voor een wat lichter gekleurd, gezonder wortelstelsel. Eind juni was dit verschil overigens al verdwenen. Beide andere proefjaren zijn geen verschillen waargenomen.

De opbrengsten (tabel 9) ondersteunen de waarnemingen. Ontsmetting met Bavistin leverde eerder een lagere dan een hogere opbrengst (gemiddeld zelfs significant lager!).

Tabel 9. Resultaten zaaizaadontsmettingsproeven in kg korrel per ha.

object	proefjaar:	1984	1985	1986	gemiddeld
A - TMTD		4475	4320	5030	4610
B - TMTD + Bavistin		4425	4080	4810	4440
LSD (0,05) =		298	224	75	73

Proef 2. Gevoeligheid veldbonen voor pathogenen van andere peulvruchten

Uit de observatieveldjes bleek dat de veldbonen in continueelt voortijdig afstierven door *Verticillium dahliae* en een door schimmels aangetast wortelstelsel. Twee van de drie jaar bleef het gewas op het perceel continueelt erwten ook wat achter: het gewas bleef korter en sommige planten vertoonden een door wortelrot aangetast wortelstelsel. Op het perceel continueelt bruine bonen groeiden de veldbonen goed.

In 1989 en 1990 onderscheidde de veldbonen in continueelt zich sterk van de overige objecten. Veldbonen geteeld op het continueeltperceel erwten bleven in 1990 enigszins achter bij teelt in ruime rotatie en teelt op het bruine bonenperceel. Dit bleek onder andere uit de kleur van het gewas en de kwaliteit van het wortelstelsel. In tabel 10 zijn enkele gegevens over de planthoogte en de opbrengstresultaten van deze twee proefjaren weergegeven.

Tabel 10. Resultaten peulvruchtenuitwisseling: planthoogte (in cm), korrelopbrengsten (kg per ha) en duizendkorrelgewichten (g) van de veldbonen.

	planthoogte		opbrengst		duizendkorrelgewicht	
	04-07-1989	11-07-1990	1989	1990	1989	1990
continueelt	110	125	4140	3160	465	484
ruime rotatie	120	140	5155	5050	533	518
na continueelt erwten	110	140	5125	4515	539	519
na continueelt bruine bonen	115	140	5010	4715	549	502
LSD (0,05) =			285	400	20	61

De veldbonen in continueelt brachten beide jaren de (significant) laagste opbrengst op. De overige drie objecten verschilden weinig. In 1990 scoorde de ruime rotatie hoger dan veldbonen na continueelt erwten en ook na bruine bonen, dit zou echter ten dele veroorzaakt kunnen zijn doordat de veldbonen na continueelt erwten en bruine bonen abusievelijk gelijk met de eerder afgerijpte continueelt veldbonen zijn geoogst. Feitelijk te vroeg dus. Wel bleek al uit de waarnemingen dat veldbonen na continueelt erwten ook niet voor 100 % gezond waren!

5.3 Bespreking

De resultaten wijzen uit dat ten gevolge van een aantal schimmelziekten de frequente teelt van veldbonen leidt tot opbrengstderving. Het gemiddelde opbrengst-

verlies dat werd gevonden (25 %) is geringer dan de (weinige) literatuurbronnen noemen. Meijers (1955) spreekt over 60 % en Niewiadomski & Zawislak (1983) noemen 34 % minder korrelopbrengst bij continueelt. Deze Poolse onderzoekers noemen behalve de bladvlekkenziekten *Ascochyta fabae* en *Cercospora zonata* de bacteriën *Erwinia* spp. als (potentiële) oorzaak.

Het twaalfjarige onderzoek te Lelystad leverde *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp., *Phoma medicaginis* var. *pinodella* en *Verticillium dahliae* op als voornaamste oorzaken van de geconstateerde opbrengstderving. Het ontbreekt momenteel aan (chemische) middelen deze schimmelziekten afdoende te bestrijden. De zaadontsmettingsproeven onderstreepten dit. Vooral in wat vochtige jaren zorgden de diverse bladvlekkenziekten voor extra problemen in het gewas. Dit is echter niet geheel inherent aan continueelt! De bladvlekkenziekten, waaronder *Cercospora zonata*, kunnen niet als dé oorzaak van de geconstateerde opbrengstdervingen in de continueelt gezien worden, want ook in afwezigheid van aantastingen trad opbrengstverlies op. In sommige (vochtige) jaren spelen ze wel mede een rol. De aantasting van het wortelstelsel neemt in natte, koude (voor)jaren de ernstigste vorm aan. Indien dit ook nog gevolgd wordt door een droogteperiode is de schade het grootst: een slecht functionerend wortelstelsel en een door *Verticillium dahliae* verstopt vaatbundelstelsel doen het gewas versneld afsterven.

Hoewel de gemeten opbrengstreductie bij teelt van veldbonen op het continueelt-perceel erwten meevalt, moeten erwten en veldbonen toch als verwante gewassen beschouwd worden. De gemeenschappelijke pathogenen, de waargenomen symptomen op het wortelstelsel en de opbrengstindicatie in 1990 wijzen hier duidelijk op. Oyarzun (1990) benadrukt in zijn publikatie ook deze verwantschap en adviseert hiermee ook rekening te houden bij de samenstelling van het bouwplan. Hij betreft ook de *Phaseolus* boon (bruine boon) in dit verband, hoewel ook in dit onderzoek geen ziekteverschijnselen na bruine bonen zijn geconstateerd.

6. BRUINE BONEN

6.1 Materialen en methoden

Het streven was de bruine bonen in de eerste helft van mei te zaaien. Er is een rijenafstand van 50 cm gehanteerd en een plantdichtheid van 26 zaden per m². Als ras is gekozen voor Narda. Meestal is een zaaizaadontsmetting met thiram/carben-dazim toegepast.

Tot 1987 is geen stikstofbemesting uitgevoerd, vanaf dat jaar is telkens 100 kg stikstof per ha aangewend, nadat de noodzaak hiervan gebleken was. Het onkruid is bestreden door een combinatie van een herbicidebespuiting en mechanische bestrijding in de vorm van schoffelen en wieden. De geadviseerde doseringen van herbiciden als Camparol, Tribunil en Linuron, zijn toegepast.

Behalve een enkele bespuiting met Ronilan (vinchlozolin) in de eerste proefjaren, zijn geen fungiciden- dan wel insecticidebespuitingen uitgevoerd.

De waarnemingen zijn gericht op groeiverloop en gezondheidstoestand. Bijzondere bepalingen zijn niet verricht.

De opbrengstbepaling vond aanvankelijk met de maaidorser plaats (oogst gehele veld), in latere jaren zijn subveldjes à 15 m² in handwerk gemaaid en, na droging, gedorsen.

Het bonestro is tijdens de proefperiode verdeeld over het perceel.

Proef 1. Stikstofbemesting

Verrassende opbrengstresultaten en de groei van het gewas deden het vermoeden rijzen dat de bruine bonen, in tegenstelling tot de op dat moment gehanteerde teeltwijze, een stikstofbemesting behoefde en niet meer kon volstaan met de eigen stikstofvoorziening middels de stikstofknolletjes. Ingaande 1987 is derhalve een stikstofbemesting van 100 kg stikstof per ha ingevoerd. Ter bevestiging van deze beslissing is in 1987 en 1988 nog een deel onbemest gebleven.

Proef 2. Gevoeligheid bruine bonen voor pathogenen van andere peulvruchten

Zoals bij erwten en veldbonen ook is gebeurd, zijn proefjes aangelegd om de reactie van het gewas bruine bonen te meten bij teelt van dit gewas op de percelen waar tot dan toe erwten en veldbonen in continueelt waren verbouwd. In 1986-1988 zijn hiertoe slechts observatieveldjes aangelegd, in 1989 en 1990 zijn stroken van 300 m² uitgezaaid. Middels zes subveldjes à 15 m² is hiervan ook de opbrengst bepaald.

6.2 Resultaten

Na vijf (!) proefjaren zonder opvallende bijzonderheden was de loofmassa, die in 1984 werd gevormd, maar matig. Het gewas bleef (onder invloed van de lage temperatuur) lange tijd wat licht gekleurd. Ook in de volgende jaren bleef het gewas maar matig bladrijk in vergelijking met bonen die in ruime rotatie, en feitelijk voor de eerste maal op dat betreffende veld, werden geteeld. Mede om deze reden is vanaf 1987 een stikstofbemesting verstrekt. Het beeld wijzigde niet. Bruine bonen in continueelt lieten het blad eerder vallen. Zowel in ruime rotatie als in continueelt kwamen de bruine bonen in koude, natte omstandigheden slecht aan de groei en bleef de gewasomvang beperkt. In continueelt bereikte het gewas in jaren als 1987 en 1990 niet eens een volledige grondbedekking.

Onkruid kreeg mede door de matige groei van het gewas een extra kans. De onkruiddruk nam bij de continueelt in de loop der jaren toe. Het leidde echter niet tot een complete veronkruiding.

In 1985 werden de bruine bonen in continueelt zwaar aangetast door *Sclerotinia sclerotiorum* (rattekeutelziekte). Blad en peulen werden aangetast en rotten weg. De bonen in rotatie vertoonden geen aantasting. Alleen in 1990 werd nogmaals een lichte *Sclerotinia*-aantasting waargenomen. In hoeverre het achterwege blijven van *Sclerotinia* bewerkstelligd is door de aanwending van het cyanidehoudende kalkstikstof als stikstofmeststof is niet duidelijk, maar het zou een reden kunnen zijn. De kalkstikstof werd circa 10 dagen voor het zaaien gestrooid en licht ingewerkt om schade aan de bruine bonen te voorkomen.

In 1987 en 1988 vertoonden de bruine bonen in continueelt een onregelmatig gewas met pleksgewijs achterblijvende planten, vaak op iets lager gelegen gedeelten van het veld. De planten vertoonden verkleuring van de vaatbundels. De wortelschors kleurde rood. De oorzaak werd toegeschreven aan *Fusarium* spp. In 1987 (een koud en nat jaar) bleek 30 % tot 40 % van de planten aangetast.

P. Oyarzun (1990) isoleerde uit het wortelstelsel van bruine bonen (onder kasomstandigheden) geteeld op grond uit het continueeltveld de schimmels *Fusarium solani*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium*, *Rhizoctonia solani* en *Cylindrocarpon* spp.

De korrelopbrengsten, zoals die in de onderzoeksperiode zijn gemeten, staan vermeld in tabel 11.

Tabel 11. Korrelopbrengsten (kg per ha) en duizendkorrelgewichten (g) van de bruine bonen bij continueelt en bij teelt in rotatie.

jaar	korrelopbrengst		duizendkorrelgewicht	
	continueelt	rotatie	continueelt	rotatie
1982	2890			
1983	3470			
1984	2320			
1985	2465	2935		
1986	2700	2285		
1987	2450	3305	492	523
1988	2930	3040		
1989	3125	3970	435	486
1990	2460	3240	446	466
gemiddeld 1985-1990	2690	3130	457	492

LSD (0,05) - gemiddelde opbrengst = 534

Gemiddeld leverden de bruine bonen in continueelt 14 % minder op aan korrelopbrengst dan in rotatie, of te wel ten opzichte van de eerste teelt van dit gewas op een perceel. Het jaar 1986 vormde een vreemde uitschieter met een *meeropbrengst* van 18 % (585 kg) van de continueelt.

De overige jaren varieerde het opbrengstverschil van 4 % tot 25 % ten nadele van de continueelt.

Het duizendkorrelgewicht gaf hetzelfde beeld te zien dan de opbrengst, het was telkens het laagst bij de continueelt.

Proef 1. Stikstofbemesting

De in enkelvoud uitgevoerde vergelijking toont aan dat de bruine boon zeer dankbaar reageerde op de stikstofgift. Het gewas groeide voorspoedig, had een fraaiere kleur en leverde, zo blijkt uit tabel 12, een duidelijk hogere opbrengst op. Een en ander geldt voor beide proefjaren en voor zowel continueelt als rotatieveld. Het teeltfrequentie-effect werd door de stikstofbemesting sterk verminderd.

Tabel 12. Effect van stikstofbemesting op de korrelopbrengst (kg per ha) en het duizendkorrelgewicht (g) van bruine bonen.

		korrelopbrengst		duizendkorrelgewicht
		1987	1988	1987
continueelt	0 N	1290	1110	476
	100 N	2450	2930	492
rotatie	0 N	2405	2340	532
	100 N	3305	3040	523

Proef 2. Gevoeligheid bruine bonen voor pathogenen andere peulvruchten

De waarnemingen in de observatieveldjes gaven aan dat de bruine bonen vrijwel probleemloos groeiden op het continueeltveld erwten en veldbonen. Het gewas groeide er beter dan op het eigen continueeltveld, het wortelstelsel oogde mooi blank en door ziekten aangetaste planten kwamen slechts sporadisch voor.

Deze resultaten werden bevestigd in de grotere stroken, zoals die in 1989 en 1990 zijn aangelegd. Uitzondering hierop vormden enkele plekken op het continueeltveld erwten, waar plantwegval optrad en nog aanwezige planten zwaar ziek bleken. Uit de zieke planten zijn de schimmels *Thielaviopsis basicola* en *Verticillium dahliae* geïsoleerd. Mogelijk is *Thielaviopsis basicola* de oorzaak van de wegval en *Verticillium dahliae* een secundaire infectie. Behalve op enkele plekken zijn deze verschijn-

selen niet aangetroffen, ook het volgende jaar niet.

De opbrengstgegevens staan vermeld in tabel 13. In 1989 zijn op het continueeltveld erwten de slecht groeiende plekken buiten de opbrengstbepaling gehouden. Het bleek dat in 1989 de bruine bonen op het continueeltveld veldbonen en in 1990 de bonen op het continueeltveld erwten een significant lagere opbrengst gaven dan de bruine bonen in rotatie. Beide jaren lag de opbrengst wel significant boven die van de bruine bonen in continueelt. In grote lijnen geldt hetzelfde voor de duizendkorrelgewichten, zij het dat het duizendkorrelgewicht op het continueeltveld erwten in 1990 duidelijk achter bleef.

Tabel 13. Resultaten peulvruchtwisseling: korrelopbrengsten (kg per ha) en duizendkorrelgewichten (g) van de bruine bonen.

	korrelopbrengst		duizendkorrelgewicht	
	1989	1990	1989	1990
continueelt	3125	2460	435	446
rotatie	3970	3240	486	466
na continueelt erwten	3810	2835	474	430
na continueelt veldbonen	3425	3025	472	458
LSD (0,05) =	240	252	14	10

6.3 Bespreking

Gelijk de erwten en de veldbonen bleef de opbrengst van bruine bonen in continueelt gemiddeld achter bij die geteeld in rotatie. Het procentuele verschil, gemiddeld 14 %, is alleen geringer.

De verrassende 18 % hogere opbrengst van de continueelt in 1986 is mogelijk veroorzaakt door een klein verschil in bloeitijdstippen tussen continueelt en rotatie, en (derhalve) het verschil in weersomstandigheden tijdens de bloei. Ook is het achterwege blijven van een stikstofbemesting een mogelijke verklaring. Op het rotatieveld zou in dat geval een groter tekort zijn opgetreden. De vergelijking van

de stikstofvoorraad in het voorjaar van 1987 en 1988 weerspreekt dit echter.

Verschillen in opbrengstniveau in de eerste jaren komen overeen met de verschillen na 1986, zodat mogelijk de lagere N-bemesting in de eerste jaren geen grote invloed gehad heeft.

Het gemeten opbrengstverlies bij continuïteit stemt aardig overeen met de 13 % die Chroboczek (1962) noemt. Surlekow (1972) vond weliswaar een groter opbrengstverlies, maar bepaalde dit aan *Phaseolus*bonen voor de verse markt.

De oorzaak van de opbrengstteruggang lijkt voornamelijk bij de schimmels *Fusarium* spp. en mogelijk *Rhizoctonia solani* gezocht te moeten worden. Incidenteel kan ook *Sclerotinia sclerotiorum* een rol spelen.

Het feit dat er toch een aantal gemeenschappelijke pathogenen zijn en de aanwijzingen qua opbrengst uit de peulvruchtwisselingproefjes onderschrijft de mening van Oyarzun (1990) dat erwten, veldbonen en *Phaseolus*bonen als verwante gewassen gezien moeten worden in de vruchtwisseling. Dit ondanks het feit dat in Nederland lange tijd de idee is aangehangen (NN, 1983) dat *Phaseolus*bonen niet-equivalent zijn qua bodemziekten met erwten en *Vicia*bonen.

7. SNIJMAIS

7.1 Materialen en methoden

De snijmaïs, ras LG11, is telkens rond 1 mei gezaaid. Er is een rijenafstand van 75 cm en een zaaidichtheid van 11,4 zaden per m² gehanteerd. Het zaaizaad is ontsmet met 3 g per kg captan tegen kiemplantziekten en mercaptodimethur ter voorkoming van vogelschade en tegen de fritvlieg. De onkruidbestrijding bestond uit een herbicidebespuiting met atrazin/cyanazin of atrazin/bentazon (volgens geadviseerde dosering) aangevuld met enkele malen schoffelen en wieden.

Gewasbeschermingsmiddelen zijn, behoudens aldicarb in proef 2, verder niet nodig gebleken en ook niet toegepast.

Behalve de standaard volveldsbemesting fosfaat en kali ontving de maïs een stikstofbemesting. De bodemvoorraad is aangevuld tot 190 à 200 kg N per ha. De groei van het gewas en de kwaliteit van het wortelstelsel vormden de belangrijkste waarnemingen. Bij de beoordeling van het wortelstelsel op rot/verbruining is gebruik gemaakt van de beoordelingsschaal volgens Scholte/Schröder (1989, pag. 8-9).

Ter bepaling van de opbrengst is ofwel het gehele veld geoogst (met maïshakse-laar) en gewogen, dan wel per subveld 40 m rij geoogst. Aan de hand van enkele monsters is het drogestofgehalte bepaald. Bepaling van de voederwaarde heeft niet plaatsgevonden.

Proef 1. Stikstof- en fosfaat(rijen)bemesting

Om na te gaan in hoeverre de geconstateerde lagere opbrengst van snijmaïs in continueelt kon worden gecompenseerd door een extra stikstofbemesting en/of een fosfaatrijenbemesting (supplementair aan de basisbemesting), zijn hiertoe in 1987 en 1988 vergelijkingen aangelegd op zowel het continueeltveld als het rotatieveld.

Op beide velden zijn de volgende objecten (in enkelvoud) gerealiseerd:

- adviesbemesting: 100 à 125 kg per ha P₂O₅ en K₂O (volvelds) en bodemvoor-

raad stikstof aanvullen tot 190 à 200 kg per ha N.

- adviesbemesting + 100 kg N per ha;
- adviesbemesting + 80 kg tripelsuper-40 % per ha als rijenbemesting;
- adviesbemesting + 100 kg N per ha + 80 kg per ha tripelsuper-40 % (rijenbemesting).

Proef 2. Invloed van nematoden en wortelverbruining op opbrengst

Om inzicht te krijgen in de oorza(a)k(en) achter de eerder gemeten opbrengstderiving van maïs in continueelt ten opzichte van maïs in rotatie zijn in 1989 en 1990 extra objecten in de proef gerealiseerd. De idee was dat de nematode *Pratylenchus neglectus* en wortelverbruining veroorzakende schimmels/bacteriën de hoofdoorzaken vormen. Derhalve zijn een tweetal factoren in de proef opgenomen: toevoeging van een granulaat (aldicarb) om aaltjes uit te schakelen en inzaai van enkele maïsrassen die verschillen in gevoeligheid voor wortelverbruining. In zowel continueelt als rotatieveld is een splitplotproef in tweevoud aangelegd waarin de maïsrassen Brutus (vrij gevoelig voor wortelverbruining), LG2080 (gemiddeld gevoelig voor wortelverbruining), Splenda (weinig gevoelig voor wortelverbruining) zijn gecombineerd met de factor granulaatgift (0 of 30 kg per ha Temik). Juist voor het zaaien is het granulaat volvelds verstrooid en vervolgens is de gehele proef circa 15 cm diep gefreesd. De veldjesgrootte bedroeg 75 m². Behalve de gebruikelijke waarnemingen en een opbrengstbepaling zijn tevens wortelmonsters verzameld (rond 1 juli) ten behoeve van onderzoek naar de aanwezigheid van de nematode *Pratylenchus neglectus*, uitgevoerd door het BLGG. Per veld werden hiertoe 10 planten geoogst.

Proef 3. Potproef naar oorzaken opbrengstderving

In 1990 is tevens een potproef uitgevoerd. Doel van deze potproef was het vinden van de oorza(a)k(en) achter de opbrengstdepressie die optreedt bij continueelt van snijmaïs op zavelgrond.

De uitvoering van de potproef is gestoeld op de 'biologische toets', zoals beschreven door de Fransman D. Bouhot, 'ter bestudering van bodemmoeheid in het algemeen' (Bouhot en Bonnel, 1979). Bij de opzet van de proef is er vanuit gegaan

dat de oorzaak van biologische aard was. In de potproef is grond van het continueelte perceel en grond van een vergelijkbaar perceel zonder maïshistorie gecombineerd met een serie grondbehandelingen. Plastic potjes (10 AK, 325 ml) zijn gevuld met de fijngemaakte en behandelde grond en ingezaaid met vijf zaden per potje van het maïsras Splenda. De potjes zijn als blokkenproef in zesvoud in de kas geplaatst. Kort na opkomst is het plantaantal teruggedund naar drie per pot. Tijdens de proefduur van zes weken is tweemaal een voedingsoplossing (Nutriflora T + kalksalpeter) verstrekt. Bij de oogst zijn plantgewicht, lengte en verbruining van het wortelstelsel bepaald/beoordeeld.

De grondbehandelingen, zie zijn opgenomen in de proef, zijn:

behandeling/middel	actief tegen	dosering
- controle		
- sterilisatie	alle leven	100 °C, in droogstoof
- gammastraling	alle leven	2,5 Mrad
- aldicarb (Temik)	nematoden	4 mg a.i. /l grond
- pencycuron (Moncereen 12 % poeder)	specifiek Rhizoctonia	20 mg a.i. /l grond
- metalaxyl (Ridomil)	specifiek Oömyceten: Pythium, Phythophtora	5 mg a.i. /l grond
- benomyl (Benlate-50 %)	breed; geen Oömyceten, wel o.a. Fusarium	50 mg a.i. /l grond (+ idem als drench na 4 wkn)
- streptomycine	bacteriën	75 mg/l grond
- aldicarb + metalaxyl		4 + 5 mg a.i. /l grond
- terramycine (oxytetra-cycline HCl)	bacteriën	25 mg/l grond

7.2 Resultaten

Na een jaar of vier werd voor het eerst waargenomen dat de snijmaïs in continueelte zich minder vlot ontwikkelde dan maïs geteeld in rotatie of te wel geteeld op voor maïs maagdelijke grond. De jaren hierna versterkte dit beeld zich. In vergelijking tot de teelt in rotatie bleef de maïs in continueelte vanaf de opkomst achter in

groei. De kleur was en bleef wat lichter en het gewas bleef duidelijk korter en minder volumineus. Medio juli bedroeg het hoogteverschil telkens zo'n 30 cm. Tegen de oogst was dit verschil wel wat kleiner, maar stabiliseerde zich toch op circa 20 cm. De laatste jaren van het onderzoek raakten de planten tussen de rijen elkaar maar nauwelijks.

In tabel 14 is een overzicht gegeven van de mate van wortelverbruining van de snijmaïs in de laatste vier proefjaren. De maïs in rotatie vertoonde geen enkele verbruining. In continueelt was daarentegen wel degelijk sprake van verbruining.

Aangezien de gewasaantasting door de nematode *Pratylenchus neglectus* via grondmonsters slecht is te schatten, maar via wortelmonsters des te beter, zijn in 1988, 1989 en 1990 omstreeks half juli wortelmonsters verzameld van de maïs (LG11).

Tabel 14. Wortelverbruining in maïs in relatie tot teeltfrequentie en proefjaar. Beoordelingsschaal volgens Scholte/Schröder.

0 = veel, 10 = geen wortelverbruining.

beoordelingsdatum	continueelt	rotatie
23-09-1987	7,7	10
21-07-1988	8,0	9,9
04-09-1989	5,6	10
22-08-1990	7,2	10

Tabel 15. Aantallen aaltjes van de soort *Pratylenchus neglectus* per 10 gram maïswortels in relatie tot teeltfrequentie en proefjaar. Bemonstering: half juli.

jaar	continueelt	rotatie
1988	3110	25
1989	15	0
1990	120	5

Op de ruime rotatie werden nauwelijks aaltjes gevonden (tabel 15), maar in 1988 werd in de continueelt een zware aantasting geconstateerd. Hieruit zou kunnen worden geconcludeerd dat *Pratylenchus neglectus* in ieder geval voor een deel

verantwoordelijk is voor de slechte groei. Vreemd genoeg bevatten de wortels in 1989 en 1990 echter nauwelijks aaltjes (door droogte ?!).

Het overzicht van de gemeten opbrengsten (tabel 16) laat zien dat de maïs in continueelt gemiddeld over de laatste zes proefjaren 26 % significant minder verse massa produceerde dan maïs geteeld in rotatie, of feitelijk voor het eerst geteelde maïs. In 1988 bedroeg het verschil zelfs 35 %. In drogestofopbrengst zijn de verschillen geringer vanwege het feit dat de snijmaïs in continueelt telkens een enkele procenten hoger drogestofgehalte had. Het gemiddelde verschil bedroeg 13 % (ruim 2 ton per ha). In 1989 werd een bijzonder hoog opbrengstniveau behaald en was het verschil vreemd genoeg maar 3 %.

Tabel 16. Opbrengsten (verse massa en drogestof) in ton per ha van de snijmaïs bij continueelt en (ruime) rotatie en per proefjaar.

jaar	verse massa		drogestof	
	continueelt	rotatie	continueelt	rotatie
1983	38,7			
1984	42,3		10,0	
1985	42,5	53,5	13,7	15,4
1986	40,4	52,8	15,6	18,0
1987	35,6	53,1	10,9	12,4
1988	35,1	54,4	13,0	16,5
1989	48,6	60,7	17,9	18,5
1990	32,2	44,2	13,5	16,2
gemiddelde 1985-1990	39,1	53,1 ¹⁾	14,1	16,2 ²⁾

¹⁾ LSD (0,05) = 3,6
²⁾ LSD (0,05) = 1,1

Proef 1. Stikstof- en fosfaat(rijen)bemesting

De extra stikstof en/of fosfaatbemesting tekenden zich nauwelijks af in het gewas. In de continueelt gaf extra stikstof alleen een iets langer gewas. Tijdens de teelt overheersten de duidelijke verschillen tussen continueelt en (ruime)rotatie.

De opbrengsten, zoals weergegeven in tabel 17, ondersteunden de visuele waarne-

mingen. Extra bemestingen hadden niet of nauwelijks invloed op het opbrengstniveau en nivelleerden het opbrengstverschil tussen continueelt en teelt in rotatie niet. Extra stikstof gaf bij de maïs in continueelt in 1988 een hogere opbrengst. Hetzelfde gold voor extra stikstof en fosfaat bij maïs in rotatie. Het verschil met de ruime rotatie bleef echter zo'n 3 ton per ha drogestof.

Tabel 17. Drogestofopbrengst (ton per ha) van snijmaïs in 1987 en 1988 in relatie tot teeltfrequentie en bemestingsniveau.

	1987		1988	
	continueelt	rotatie	continueelt	rotatie
adviesbemesting	10,9	12,4	13,0	16,5
extra N	11,0	11,9	14,2	16,3
extra P	10,4	12,5	13,6	16,2
extra N + P	11,2	12,5	14,7	17,6

Proef 2. Invloed van nematoden en wortelverbruining op opbrengst

De kluitrige structuur van het zaaibed in combinatie met de heersende droogte deden de opkomst in 1989 vertraagd en onregelmatig verlopen. Het ras Brutus ondervond de meeste hinder. Desondanks groeiden de gewassen goed uit, zij het wat onregelmatig. Temik had in de continueelt een positief effect op de plantlengte. In tabel 18 zijn de resultaten van enkele waarnemingen en de opbrengstbepaling weergegeven. De aantallen *Pratylenchus neglectus* waren medio juli, zeer laag in vergelijking met 1988 toen ruim drieduizend aaltjes per 10 gram wortels werden geteld. Om te zien of zich later niet alsnog aaltjes in de wortels hadden gevestigd is eind september nogmaals een wortelmonster onderzocht. Het aantal bleek met 690 per 10 gram wortels in de continueelt duidelijk hoger dan in juli, maar betekende in absolute zin nog niet veel.

Maïs in continueelt toonde duidelijk wortelverbruining. Brutus vertoonde, als meest gevoelige ras van de drie, de meeste en Splenda de minste verbruining. In rotatie geteeld kwam vrijwel geen verbruining voor.

Het opbrengstniveau in de proef lag hoog. Gemiddeld over de rassen bracht maïs in continueelt ruim 7 % minder drogestof op dan teelt in rotatie. Een verschil dat in

Tabel 18. Resultaten rassenvergelijking/nematicidebehandeling 1989 en 1990: Aantallen *Pratylenchus neglectus* per 10 gram wortels; wortelverbruining: (0 = veel, 10 = geen verbruining); drogestofopbrengst bij eindooft in ton per ha en relatief (binnen ras).

		1989				1990			
		Pratylenchus neglectus	wortelrot	drogestof- opbrengst	relatief	Pratylenchus neglectus	wortelrot	drogestof- opbrengst	relatief
		12/07	04/09			17/07	22/08		
<i>continueelt</i>									
0 Temik	Brutus	110	5,2	15,6	94	175	6,5	14,5	81
	LG2080	45	5,6	16,1	87	223	7,7	14,6	82
	Splenda	90	6,4	16,7	94	113	7,5	15,1	86
30 Temik	Brutus	0	4,3	15,8	97	8	6,5	14,4	80
	LG2080	5	5,6	17,2	93	3	7,1	14,8	84
	Splenda	5	6,8	16,4	93	20	8,0	15,3	87
<i>rotatie</i>									
0 Temik	Brutus		10	16,2	99			16,8	94
	LG2080	5	7,8	18,4	99	0		17,0	96
	Splenda		10	18,0	102			17,6	101
30 Temik	Brutus			16,4	= 100		9,9	17,9	= 100
	LG2080	0		18,6	= 100	0	9,6	17,7	= 100
	Splenda			17,7	= 100		10	17,5	= 100

verhouding tot vorige proeffaren gering was.

Er waren significante rasverschillen in opbrengst, echter *geen* significante interacties (rotatie-ras; ras-granulaat; rotatie-granulaat; rotatie-ras-granulaat). Ook het nematocide-effect was niet significant.

In 1990 waren de resultaten voor het belangrijkste deel van dezelfde strekking als in 1989. De opkomst verliep voorspoedig. Temik had geen effect op de plantlengte. Het aantal aaltjes (*Pratylenchus neglectus*) was wederom vrij laag. De wortelverbruining was vergelijkbaar met die in 1989.

Het opbrengstverschil tussen continueelt en rotatie lag met 15 % op het gemiddelde in de laatste jaren. Evenals in 1989 waren de rasverschillen in drogestofopbrengst significant, maar waren er wederom geen significante interacties.

Proef 3. Potproef naar oorzaken opbrengstderving

De proef verliep goed en gaf de in tabel 19 weergegeven resultaten.

Uit de resultaten blijkt een groot frequentie-effect: op continueeltgrond bleef de maïsoopbrengst duidelijk achter.

Door sterilisatie van de grond werd alle groeiremming weggenomen. Dit duidde al op een biologische oorzaak achter de opbrengstdepressie. Aangezien grondbehandeling met metalaxyl hetzelfde bewerkstelligde (alle groeiremming en ook de wortelverbruining bleef achterwege), lijkt het er op dat schimmels uit de groep van de Oömyceten oorzaak zijn van de optredende opbrengstdepressie.

Tot slot: ook de bactericiden streptomycine en terramycine hebben een deel van de opbrengstreductie en de wortelverbruining weggenomen. De grondbehandelingen hebben bij de standaardgrond geen significante effecten teweeg gebracht.

7.3 Bespreking

De experimenten in 1987 en 1989 hebben duidelijk uitgewezen dat de rotatie-effecten geen verband houden met de stikstof- en fosfaatvoorziening. Het beschikbaar stellen van een extra hoeveelheid van deze voedingsstoffen had niet of nau-

Tabel 19. Resultaten potproef snijmaïs: plantlengte in cm, wortelverbruining (rot) volgens beoordelingsschaal van Scholte/Schröder, drogestofopbrengst per pot (in gram) van blad, wortel en totaal.

behandeling	continueelt					rotatie				
	lengte	wortel- rot	opbrengst			lengte	wortel- rot	opbrengst		
			blad	wortel	totaal			blad	wortel	totaal
controle	46	6,4	1,7	0,9	2,5	62	9,5	6,1	3,2	9,3
sterilisatie	65	9,5	5,7	2,4	8,1	70	9,3	6,2	3,0	9,2
gammastraling	62	9,2	5,8	3,3	9,1	66	8,9	5,6	2,3	7,9
aldicarb	50	7,7	2,6	1,2	3,8	62	9,7	5,9	3,3	9,2
pencycuron	43	6,8	1,9	0,9	2,8	65	9,7	5,7	2,5	8,2
metalaxyl	66	9,9	6,4	3,2	9,6	63	10,0	6,4	2,9	9,3
benomyl	47	6,3	2,0	1,1	3,2	62	9,5	5,3	2,3	7,6
streptomycine	50	7,7	3,0	1,9	4,9	62	9,2	6,1	2,7	8,8
aldicarb + metalaxyl	67	10,0	6,6	2,8	9,4	64	10,0	6,3	3,4	9,6
terramycine	48	8,1	3,0	1,5	4,5	64	9,7	6,0	2,7	8,7
LSD (0,05) =	6,1	-	1,3	1,0	1,9	6,1	-	1,3	1,0	1,9

welijks invloed op de opbrengstreductie bij continueelt.

In de inleiding is genoemd dat in de literatuur zeer uiteenlopende resultaten worden vermeld als het gaat om de effecten van frequente teelt van snijmaïs. Gemelde opbrengstdervingen bij continueelt variëren van 0 % tot 30 %. Dit zou kunnen samenhangen met de grondsoort.

Scholte (1987) vond op een zandgrond te Wageningen opbrengstdervingen van 10 % tot 20 % in geval van continueelt. Dit komt goed overeen met de gemiddeld 13 % waarin dit onderzoek op zavelgrond heeft geresulteerd. Op zandgrond gaat frequente maïsteelt sterk samen met het optreden van wortelverbruining (Schröder, Ebskamp en Scholte, 1989). De mate waarin wortelverbruining voorkomt op zandgrond is echter duidelijk groter dan die op de zavelgrond te Lelystad. Op de schaal van 0 tot 10 is op de zavelgrond begin september een beoordeling van 6 à 7 toegekend, terwijl continueelt op zandgrond op dat tijdstip een waarde van 4 à 5 opleverde.

Uit het onderzoek van Schröder et al. (1989) bleek het lastig een verband te leggen tussen mate van wortelverbruining en opbrengstderving. Wel bleek een ras dat weinig vatbaar is voor wortelverbruining een geringere opbrengstderving te geven dan een sterk vatbaar ras. Ook in dit onderzoek is er geen duidelijk verband. In 1989 werd bijvoorbeeld een vrij zware aantasting geconstateerd, terwijl de opbrengstderving juist gering was. De proeven in 1989 en 1990 met enkele rassen die verschillen in gevoeligheid brachten geen duidelijkheid. Een relatie tussen het weer (in het voorjaar) en de grootte van het opbrengsteffect is evenmin (duidelijk) aanwezig. Hoewel in 1988 vrij grote aantallen *Pratylenchus neglectus* zijn aangetroffen in de wortels van de maïs in continueelt en de relatieve opbrengstderving vrij groot was, lijkt deze nematode in andere jaren toch niet een belangrijke factor te zijn in de oorzaken achter de geconstateerde opbrengstdervingen. In 1989 en 1990 werden slechts kleine aantallen aaltjes gevonden en de resultaten van de proeven sloten de mogelijkheid van aaltjes als oorzaak vrijwel uit. Overigens is ook het gevonden aaltjesaantal van ruim 3000 per 10 gram wortel niet bijzonder hoog. Op kleigrond worden ook aantallen van boven de 10.000 aangetroffen (persoonlijke mededeling K. Scholte, LUW).

Er zijn duidelijke aanwijzingen, zoals het optreden van wortelverbruining en de

resultaten van de potproef, dat ook op zavelgrond de belangrijkste oorzaak gezocht moet worden in bepaalde schimmels die het wortelstelsel aantasten. Met name moet dan aan de groep van de Oömyceten gedacht worden. Er heeft geen determinatie plaats gevonden van de wortelverbruining veroorzakende schimmel(s). Het is derhalve niet absoluut zeker dat het in dit onderzoek ook gaat om *Pythium arrhenomanes*, de schimmel die op zandgrond als voornaamste veroorzaker van opbrengstdepressie en wortelverbruining wordt gezien (Scholte, 1987 en persoonlijke mededeling).

Op grond van de resultaten van de potproef, die in 1990 is uitgevoerd, moet niet worden uitgesloten dat ook bepaalde bacteriestammen een negatieve invloed uitoefenen op de opbrengst van maïs in continueelt. Toepassing van de bactericiden streptomycine en terramycine nam een deel van de opbrengstderving weg. Een mogelijke verklaring is echter ook dat deze middelen enige werking hebben tegen *Pythium* spp. Amerikaans onderzoek (Turco et al., 1990) wijst echter eveneens op de potentiële rol van bacteriën.

8. VLAS

8.1 Materialen en methoden

Er is naar gestreefd de vlas eind maart/begin april te zaaien bij een rijenafstand van 12,5 cm en naar circa 110 kg zaaizaad per ha. Het zaaizaad is ontsmet met 3 gram per kg thiram. De eerste drie jaren is achtereenvolgens tweemaal het ras Hera en het ras Natasja ingezaaid vanaf 1983 telkens Belinka.

De onkruidbestrijding is vooral via chemische weg bewerkstelligd. Waar mogelijk en noodzakelijk is aanvullend gewied in handwerk.

Op het ruime rotatie veld is de meeste proefjaren een bespuiting uitgevoerd met 1 liter per ha Cerone of 3 liter per ha CCC om de halm te verstevigen in situaties waar de nodige stikstofnawerking vanuit de bodem werd verwacht.

Ter bepaling van de opbrengst is het gehele veld, dan wel een subveld van 72,5 m² geoogst. Alleen de totale opbrengst van zaad plus stro is bepaald op moment dat de stengel tweederde of meer van het blad had verloren. Het gewas is machinaal getrokken, in schoven nagedroogd op het veld en vervolgens bij de afvoer van het veld gewogen. Er zijn geen bepalingen aan het geoogst produkt gedaan, zoals zaadopbrengst of vezelopbrengst/-kwaliteit.

Proef 1. Stikstofbemesting

Geconstateerde groei- en opbrengstverschillen tussen continueelt en teelt in rotatie leidden in 1987 en 1988 tot de aanleg van enkele stikstofbemestingsniveaus, om op die wijze inzicht te krijgen in de rol van de stikstofbemesting in de verschillen. Beide jaren zijn op beide velden drie objecten (in enkelvoud) onderling vergeleken:

- adviesbemesting (bodemvoorraad aanvullen tot 75 kg N per ha);
- adviesbemesting + 20 kg N per ha;
- adviesbemesting + 40 kg N per ha.

Het groeiverloop is gevolgd en de opbrengsten zijn bepaald.

Proef 2. Potproef oorzaken opbrengstderving

Via een potproef is in 1990 gezocht naar de mogelijke oorzaken van de opbrengst-reductie, zoals die optreedt bij continueelt van vlas. De 'biologische toets ter bestudering van bodemmoeheid in het algemeen', zoals uitgewerkt en beschreven door de Fransman D. Bouhot (Bouhot & Bonnel, 1979) gold daarbij als voorbeeld bij de opzet van de proef.

Naar aanleiding van een voorproefje is er vanuit gegaan dat de oorza(a)k(en) van opbrengstverlies van biologische aard is/zijn. De objectkeuze is daarop gestoeld.

In de proef is grond van het continueeltperceel en grond van een perceel waar nooit eerder vlas was geteeld (voorvrucht veldbonen) gecombineerd met een serie grondbehandelingen.

Voor de proef is gebruik gemaakt van plastic potjes (325 ml inhoud). De potjes zijn gevuld met de behandelde grond, ingezaaid met vlas (Belinka) en als blokkenproef in zesvoud in de kas geplaatst. Kort na opkomst is het plantaantal teruggedund tot 25 vlasplanten per pot. Tweemaal is een voedingsoplossing (Nutriflora T + kalksalpeter) verstrekt en na zes weken is de proef geoogst.

De behandelingen die in de potproef zijn opgenomen, zijn de volgende:

behandeling/middel	actief tegen	dosering
- controle		
- sterilisatie	alle leven	100 °C
- gammastraling	alle leven	2,5 Mrad
- aldicarb (Temik)	nematoden	4 mg a.i. /l grond
- metalaxyl (Ridomil)	specifiek Oömyceten: m.n. vlasbrand (Pythium meg.)	5 mg a.i. /l grond
- benomyl (Benlate-50 %)	o.a. Fusarium verwelkingsziekte	50 mg a.i. /l grond (+ idem als drench na 4 wkn)
- captan	breed werkend	30 mg a.i. /l grond
- streptomycine	bacteriën	75 mg/l grond
- terramycine	bacteriën	25 mg/l grond
- captan + streptomycine		30 + 75 mg a.i. /l grond

8.2 Resultaten

Hoewel in 1981 en 1982 pleksgewijs al achterblijvende planten werden waargenomen, tekende zich in 1985 voor het eerst een duidelijk verschil in gewas af tussen continueelt en teelt in ruime rotatie (oftewel eerste teelt op voor vlas maagdelijke grond). Het gewas in continueelt bleef korter, was lichter van kleur, vormde ielere planten en rijpte eerder af. Gelijktijdig was de vlas in rotatie aan de zware kant en trad soms legering op. De volgende jaren bleef de vlas in continueelt telkens achter. Uiteindelijk was het hoogteverschil met vlas geteeld in rotatie zo'n 20 à 30 cm! In 1990 was er sprake van een volkomen mislukt gewas, toen het extreem kort en iel bleef en er zelfs planten weg gingen vallen.

Het wortelstelsel vertoonde aanvankelijk weinig bijzonderheden. In de loop der jaren waren de wortels toch wat oranje/bruin/geel van kleur in vergelijking met het wortelstelsel van vlas geteeld in ruime rotatie. Soms konden zwart/bruine plekjes op het wortelstelsel worden onderscheiden. In 1986 en 1990 kon uit deze plekken de schimmel *Thielaviopsis basicola* worden geïsoleerd.

Onkruid vormde een bijzonder groot probleem in de vlas in continueelt. Met het verstrijken van de jaren nam het probleem toe. De beschikbare herbiciden werkten onvoldoende, terwijl het slecht groeiende, open gewas ook nog extra mogelijkheden aan de onkruiden bood. In 1989 en 1990 was sprake van een volledig veronkruid perceel. De meest voorkomende soorten betroffen: melganzevoet, akkermelkdistel, ereprijs, varkensgras en muur. Met name in een voorjaar met schraal weer ondervond het vlas in continueelt last van aardvlooien (*Apthona euphorbiae* en *Longitarsus parvulus*). Kort na opkomst vreten deze insecten aan de zaadlobben, blaadjes en groeitoppen. Een bespuiting (parathion) was nodig om verdere schade te voorkomen. In 1990 gaf een combinatie van aardvlooienvraat en zware nachtvorst een dusdanige schade dat moest worden overgezaaid.

In tabel 20 zijn de gemeten totaalopbrengsten weergegeven, zoals deze gedurende de proefperiode zijn gemeten. De opbrengsten maken overduidelijk dat het vlas in continueelt sterk en statistisch betrouwbaar achterbleef bij teelt in rotatie. Gemid

Tabel 20. Opbrengsten (zaad + stro) in kg per ha van de vlas bij continueelt en (ruime) rotatie en per proefjaar:

jaar	continueelt	rotatie
1982	7690	
1983	4400	
1984	8000	
1985	7380	11500
1986	5780	11500
1987	8400	10890
1988	4310	7915
1989	3640	8885
1990	2400	9300
gemiddeld 1985-1990	5320	10000

LSD (0,05) - gemiddelde opbrengst = 1666

deld was het verschil 47 %. In 1986 en 1990 kwamen uitschieters voor van respectievelijk 50 % en 74 % lagere opbrengst in geval van continueelt. In deze situaties was sprake van een (kwalitatief) waardeloos en onverkoopbaar produkt, mede door de verontreiniging met onkruid.

Proef 1. Stikstofbemesting

Extra stikstof gaf bij het vlas in continueelt een iets beter gewas dan de standaard stikstofgift. Het gewas werd wat langer (uiteindelijk circa 5 cm) en was wat zwaarder. Het effect viel echter nog in het niets bij het verschil tussen continueelt en teelt in rotatie. Bij de teelt in rotatie had de extra hoge stikstofgift geen zichtbaar effect, anders dan dat het vlas (in 1987) nog meer de neiging had te gaan legeren. Tegen de tijd dat het gewas afrijpte waren de stikstofeffecten (in de continueelt) nog maar nauwelijks zichtbaar en overheerste het verschil tussen continueelt en rotatie.

Opbrengstgegevens zijn alleen van 1988 beschikbaar. Door een weegfout zijn de gegevens van 1987 verloren gegaan. Uit tabel 21 blijkt dat de opbrengstgegevens de waarnemingen te onderschrijven. Extra stikstof leverde op het continueeltveld weliswaar een hogere opbrengst, echter het verschil met het vlas in ruime rotatie

bleef aanzienlijk.

Tabel 21. Opbrengsten (zaad + stro) in kg per ha en relatief van het vlas in continueelt en rotatie, afhankelijk van de stikstofbemesting.

	continueelt	rotatie
advies N-gift	3945 (= 100)	7990 (= 100)
advies + 20 kg N per ha	4445 (112)	8280 (104)
advies + 40 kg N per ha	5040 (127)	8010 (100)

Proef 2. Potproef oorzaken opbrengstderving

De proef verliep redelijk. Onder kasomstandigheden groeide het vlas dermate snel dat aanvankelijk een slap gewas verkregen werd. Door tempering van de temperatuur (koudere kas) en met het verstrijken van de tijd werd het vlas steviger. Het vlas bleef echter duidelijk heterogener dan maïs in een gelijktijdig uitgevoerde en vergelijkbare potproef.

In tabel 22 staan de resultaten van de proef samengevat. De resultaten zijn grillig en geven geen duidelijk beeld. Sterilisatie van de grond leidde weliswaar tot opheffing van de groeiremming, maar de andere behandelingen bereikten dit effect maar ten dele. Behalve de constatering dat de groeiremming waarschijnlijk toch een biologische factor kent kan de conclusie dan ook niet gaan. De veelvuldige aanwezigheid van de schimmel *Thielaviopsis basicola* doet vermoeden dat deze schimmel in ieder geval een rol speelt in het geheel. Alleen sterilisatie en gammastraling hebben (positief) effect gehad op de mate van wortelverbruining. Wortelverbruining kwam ook op de standaardgrond voor, mogelijk ten gevolge van de te vochtige grond of de wisselvallige groeiomstandigheden.

8.3 Bespreking

Het onderzoek heeft duidelijk aangetoond dat vlas zeer gevoelig is voor teelt in hoge frequentie. De oude zienswijze wordt daarmee bevestigd. Opvallend is wel dat kennelijk niet vlasbrand (*Pythium megalacanthum*) oorzaak is van de geconsta-

Tabel 22. Resultaten potproef vlas: plantlengte in cm (bij de oogst), mate van wortelrot (0 = geen; 3 = veel, drogestofopbrengst per pot (in gram) van blad, wortel en totaal.

behandeling	continueelt					rotatie				
	lengte	wortel- rot	opbrengst			lengte	wortel- rot	opbrengst		
			blad	wortel	totaal			blad	wortel	totaal
controle	35	2,0	1,2	0,4	1,5	35	1,2	1,7	0,6	2,4
sterilisatie	41	0,0	2,4	0,9	3,4	42	0,2	2,3	0,8	3,1
gammastraling	41	0,0	2,5	0,9	3,5	42	0,3	2,4	0,9	3,2
aldicarb	36	2,2	1,4	0,5	2,0	34	1,5	1,5	0,6	2,1
metalaxyl	35	2,5	1,4	0,6	2,0	35	1,5	1,7	0,6	2,2
benomyl	37	1,8	2,0	0,7	2,7	37	1,0	2,0	0,6	2,7
captan	39	1,7	1,5	0,5	2,0	32	1,8	1,8	0,6	2,4
streptomycine	37	2,3	1,3	0,6	1,9	32	1,5	1,8	0,5	2,4
terramycine	37	2,3	1,5	0,5	2,0	33	1,7	1,5	0,5	1,9
captan + streptomycine	38	2,5	2,0	0,7	2,7	38	1,5	1,7	0,7	2,4
LSD (0,05) =	3,8	-	0,35	0,24	0,5	3,8	-	0,35	0,24	0,5

teerde opbrengstdervingen, maar een andere factor. Ook Meijers (1955) vond overigens een terugval van de opbrengst van vergelijkbare omvang (35 %) en in afwezigheid van vlasbrand.

De proeven met het aanwenden van extra stikstof hebben aangetoond dat, voor zover daar nog twijfel over bestaat, de opbrengsteffecten niet zijn veroorzaakt of zijn op te heffen door stikstofbemesting.

De potproef heeft een aanwijzing gegeven voor het vinden van de oorzaak achter de slechte groei. Duidelijk is dat het om een biologische factor gaat, daar sterilisatie van de grond de remming opheft. Om uit te sluiten dat de uitvoering van invloed was op de uitslag van de potproef is in een aanvullende proef, later in de herfst, nog gekeken naar de rol van onder andere de temperatuur tijdens de uitvoering van de proef. Uit dit proefje bleek dat uitvoering bij lagere temperatuur niet van invloed op de resultaten was. Ook het tijdstip van grondbemonstering (kort of lang na de oogst van het gewas) had geen invloed op de grilligheid van de resultaten.

De schimmel *Thielaviopsis basicola* vormt een concreet aangrijpingspunt. Deze schimmel lijkt minimaal voor een deel verantwoordelijk voor de waargenomen groei- en opbrengsteffecten. Isolaties van de schimmel uit de lesies op de wortels werden na vermeerdering door het IPO-DLO in 1992 getoetst op hun pathogeniteit voor vlas. Inderdaad bleek weer groeiremming en wortelverbruining op te treden.

Onderzoekers van het voormalige 'Willy Commelin Scholten' instituut te Baarn hebben geopperd dat de groeiremmingen veroorzaakt zouden kunnen worden door zogenaamde cyanogene glucosiden, afkomstig uit het vlas zelf. Aanleiding tot deze suggestie vormde de waarneming in 1987 dat op het rotatieperceel na de oogst uitgevallen zaad een fikse vlasopslag veroorzaakte, terwijl op het continueelte perceel geen enkele opslagplant werd aangetroffen. In een potproefje kon dit verschijnsel overigens niet opgeroepen worden. In het veld was de opkomst van vlas op het continueelte perceel in het voorjaar ook altijd goed.

Alleen wanneer de cyanogene glucosiden via het bodemleven een invloed zouden uitoefenen, kan hieraan enige betekenis worden toegekend. Wel is duidelijk dat de onkruiddruk mede een probleem vormt bij frequente vlasteelt. De beschikbare middelen bieden onvoldoende mogelijkheden het onkruid de baas te blijven.

9. ZAAIUIEN

9.1 Materialen en methoden

Vanaf 1985 is het onderzoek uitgevoerd met het ras Jumbo, daarvoor is het ras Hyduro en in 1979 en 1981 Hyper gebruikt. De inzaai vond plaats volgens het rijpadensysteem: 5 rijen op een afstand van 27 cm, gevolgd door een pad van 42 cm. Er is gestreefd naar 100 à 120 planten per m².

Bestrijding van onkruid vond plaats door enkele herbicidebespuitingen (propachloor, difenoxuron, pendimethalin) aangevuld met enkele malen schoffelen en (in handwerk) wieden.

De uievliegbestrijding is gedurende de grootste periode van het onderzoek uitgevoerd middels de steriele insektentechniek (SIT). Andere insekten (trips, uiemineervlieg) zijn zonodig bestreden door een insecticidebespuiting. Tegen bladvlekkenziekten zijn zoals gebruikelijk preventieve bespuitingen uitgevoerd met chloorthalonil en maneb/vinchlozolin.

Ter bepaling van de opbrengst is ofwel het gehele veld geoogst, dan wel per veld van driemaal 18 m² de uien verzameld, gedroogd op de droogvloer en (na schooning) gewogen. Het loof is telkens eerst geklapt.

Vanaf 1986 is aan de hand van enkele monsters tevens de sortering bepaald en in 1986 en 1987 zijn enkele monsters per veld in bewaring genomen door de Stichting Nederlandse Uien Federatie (SNUiF) ter bepaling van de houdbaarheid.

Proef 1. Stikstofbemesting

In 1989 en 1990 zijn in een strokenproef in enkelvoud op beide uienvelden (continueelt en rotatie) een drietal stikstofbemestingsniveaus aangelegd. Doel was om na te gaan of verschillen in groei en opbrengst tussen continueelt en teelt in rotatie door verschillen in stikstofaanbod veroorzaakt zouden kunnen worden. Behalve de adviesbemestingsgift zijn stroken met adviesgift + 30 kg N per ha en adviesgift + 60 kg N per ha gerealiseerd. In 1989 is het toenmalige stikstofadvies van '180 minus bodemvoorraad' gehanteerd en in 1990 het advies 'circa 110 kg N per ha'.

Beide jaren is een opbrengstbepaling uitgevoerd.

9.2 Resultaten

De eerste vijf jaren van het onderzoek zijn feitelijk geen bijzonderheden waargenomen. De uien groeiden goed, waren gezond en gaven een goede opbrengst.

Ook de volgende jaren was, zowel bij de uien in continueelt als in rotatie, overwegend sprake van een goed gewas. De uien in continueelt vormden echter een iets lichter gewas. De loofmassa was wat minder omvangrijk, de bladlengte enkele centimeters korter en de kleur soms ook wat lichter dan van de uien geteeld in rotatie. De uien in continueelt begonnen veelal enkele dagen tot een week eerder te strijken dan de uien in ruime rotatie. Ook verliep de afsterving wat vlotter. Van enige ziekte of aantasting was overigens geen sprake. Uit het indrogingspercentage tussen het tijdstip van oogsten en het moment van wegen (na een periode van droging) blijkt dat het vochtgehalte van in rotatie geteelde uien bij de oogst hoger kan liggen dan van uien geteeld in continueelt. In 1989 is dit percentage bepaald en bleek het bij de continueelt 8,1 % en bij de rotatie 10,2 % te bedragen.

Na een vorstloze, natte winter en een periode van droogte na het zaaien was de opkomst van de uien in 1988 onregelmatig en laag. Met name op het continueelt-perceel was sprake van een extra kluitiger zaaibed dat een slechte opkomst veroorzaakte. Eind mei, vijf weken na het zaaien, werden op het continueeltveld gemiddeld 65 en op het rotatieveld 88 planten per m² geteld. Deze onregelmatige start werkte het gehele seizoen door en leidde tot een aanzienlijk lagere netto-opbrengst voor de uien in continueelt.

Met het verstrijken van de jaren namen de problemen met onkruiden toe in de continueelt. Extra bespuitingen en mechanische bewerkingen waren nodig om het onkruid te beteugelen. Diverse soorten en in het bijzonder zwarte nachtschade traden naar voren.

In tabel 23 zijn de netto-opbrengsten (> 23 mm), gemeten na drogen en schonen, vermeld, die gedurende de onderzoeksperiode zijn gemeten.

Tabel 23. Netto-opbrengsten van de zaaiuien in ton per ha bij continueelt en rotatie per proefjaar.

jaar	continueelt	rotatie
1982	67,4	
1983	44,6	
1984	59,2	
1985	63,0	62,9
1986	62,2	72,3
1987	65,3	70,2
1988	56,9	71,6
1989	48,7	51,0
1990	56,9	62,1
gemiddelde 1985-1990	58,8	65,0

LSD (0,05) - gemiddelde = 5,7

Vooraf in 1986 en 1988 bleef de opbrengst van de uien in continueelt duidelijk achter bij een eerste uienteelt (rotatie), namelijk respectievelijk 10 ton (14 %) en 15 ton (20 %) per ha. Gemiddeld over (de laatste) zes jaar bedroeg het significante verschil 10 %, oftewel 7 ton per ha.

De proefjaren 1985 en 1989 toonden overigens aan dat het verschil in sommige jaren (vrijwel) nihil kan zijn.

De sorteringsresultaten (zie bijlage 7) hebben weinig bijzonderheden opgeleverd. In het algemeen waren de verschillen gering. Gemiddeld genomen waren de uien in rotatie geteeld iets grover, oftewel een hoger gewichtspercentage van de uien viel in de dikkere maten. In situaties met duidelijke plantdichtheidsverschillen, zoals in 1988, lag de situatie echter juist andersom.

De bewaarproeven hebben nauwelijks verschillen tussen continueelt en rotatie te zien gegeven. Het percentage leverbare uien was na een half jaar bewaring vrij hoog (83 % en 93 % in respectievelijk 1986 en 1987), de percentages rotte en uitgelopen uien waren vrijwel nihil. In 1987 kwamen in de partij uien in rotatie geteeld wat meer kale uien voor (15 ten opzichte van 6 %).

Proef 1. Stikstofbemesting

Uit tabel 24 blijkt dat zowel in 1989 als in 1990 de hoogte van de stikstofbemesting nauwelijks van invloed is geweest op de hoogte van de (netto) uienopbrengst. Een gift boven de adviesgift leidde in ieder geval bij de uien in continueelt niet tot een dusdanige opbrengstverhoging dat het negatieve verschil met de ruime rotatie genivelleerd werd.

Ook in groeiverloop waren voordien al geen verschillen geconstateerd.

Tabel 24. Netto-opbrengsten van de uien (ton per ha) in 1989 en 1990 in relatie tot stikstofgift en rotatievorm.

	1989		1990	
	continueelt	rotatie	continueelt	rotatie
advies N-gift	48,0	50,5	57,3	63,1
advies + 30 kg N per ha	48,8	50,4	58,9	61,8
advies + 60 kg N per ha	49,3	52,0	54,6	61,4

9.3 Bespreking

Met een opbrengstverlies van 10 % is weliswaar sprake van een redelijke doch niet extreme terugval in opbrengst bij continueelt van zaaiuien. Sommige jaren was het verschil zelfs (vrijwel) nihil. In afwezigheid van witrot en stengelaaltjes, want deze bleven achterwege, bleek de ui redelijk zelfverdraagzaam. Onderzoek van Chroboczek (1962), Borna (1969) en Dreibrodt (1980) ondersteunen deze resultaten en vonden zelfs geheel geen opbrengstterugval. Het geconstateerde opbrengstverschil lijkt voor een belangrijk deel te worden veroorzaakt door een verslechterende bodemstructuur met verhoogde kans op opkomst- en groeiproblemen onder extreme omstandigheden, alsook een toenemende onkruiddruk. Opvallend is het feit dat Surlekow (1972) deze zelfde factoren noemt als oorzaak van geconstateerde opbrengstderving bij frequente teelt. Dat de oorzaak van de opbrengstachterstand niet gelegen is in de stikstofvoorziening en een verhoogde stikstofgift niet leidde tot verkleining van dit verschil, was voorspelbaar. De hoogte van het stikstof-

bemestingsadvies is de laatste jaren meerdere malen naar beneden bijgesteld, met name vanwege kwalitatieve aspecten maar ook omdat dit de opbrengst nauwelijks zou schaden. Bemesting boven het advies, zoals in 1989 en 1990 is toegepast, had dan ook weinig effect.

Door bijzondere aandacht te besteden aan de onkruidbestrijding en door de toepassing van organische bemestingen die de bodemstructuur op peil houden, is het wellicht mogelijk het geconstateerde opbrengstverlies bij continueelt tot vrijwel nul terug te brengen. Wat blijft is echter de kans op een besmetting met witrot en/of stengelaaltjes, die de uienteelt voor jaren onmogelijk kunnen maken.

Hoewel ook dit geen absolute garantie geeft, blijft het verstandig uien niet vaker dan eenmaal in de vijf à zes jaar op hetzelfde perceel te telen.

10. SYNTHESE

Frequente teelt van een gewas op hetzelfde perceel leidt in het algemeen tot verlies van opbrengst. Bij de gewassen die in het beschreven onderzoek zijn betrokken, is dit ook het geval. De mate van opbrengst-/kwaliteitsverlies verschilt echter wel duidelijk per gewas. In tabel 25 zijn de opbrengsten, gemiddeld over de laatste zes jaren van het veldonderzoek, nog eens samengevat. De peulvruchten, en dan met name erwten en veldbonen, kennen een forse opbrengstreductie bij continueelt.

Tabel 25. Gemiddelde opbrengsten van de gewassen in de periode 1985-1990 in kg per ha bij continueelt en bij teelt in rotatie, alsmede het procentueel opbrengstverschil tussen continueelt en rotatie.

gewas	opbrengsten		LSD (0,05)	verschil (%)
	continueelt	rotatie		
erwten	3525	5655	2114	38
zaaiuien	58800	65000	5700	10
bruine bonen	2690	3130	534	14
vlas (zaad + stro)	5320	10000	1666	47
veldbonen	3875	5115	443	24
snijmaïs (drogestof)	14100	16200	1100	13

De oorzaak is voornamelijk in wortelrot en voetziekten gelegen, alsook in de schimmels *Verticillium dahliae* (bij veldboon) en incidenteel *Sclerotinia sclerotiorum* (bij bruine boon). Deze schimmels kunnen lang in de grond overblijven. Met de beschikbare (chemische)middelen zijn deze ziekten niet of onvoldoende te beteugelen. Er rest dan weinig anders dan vruchtwisseling toe te passen. Gezien het feit dat de peulvruchten een aantal gemeenschappelijke pathogenen hebben (*Fusarium*, *Ascochyta*, *Pythium*, etc.) dienen erwten, veldbonen en bruine bonen als verwante gewassen gezien te worden. Het is aan te bevelen de soorten af te wisselen en niet vaker dan twee op de tien jaar met een peulvrucht op hetzelfde perceel terug te komen (Oyarzun, 1990). Dit criterium wordt in het buitenland ook

aangehouden.

Het voorgaande wordt niet geheel ondersteund door de opbrengstgegevens die in 1989 en 1990 op het proefveld zijn verzameld bij uitwisseling van de peulvruchten (zie samenvatting in tabel 26). Alle (gemeenschappelijke) pathogenen zijn echter

Tabel 26. Relatieve opbrengsten van de peulvruchten gemiddeld over 1989 en 1990 en in relatie tot de vruchtopvolging.

gewas:	erwten	veldbonen	bruine bonen
ruime rotatie	100	100	100
na continueelt erwten	43	94	92
na continueelt veldbonen	92	72	89
na continueelt bruine bonen	100	95	77
100 = kg per ha	6755	5100	3605

niet altijd aanwezig of komen niet tot uiting en bovendien kunnen ze sterk gewas-specifiek optreden. Oyarzun toonde duidelijk aan dat door de herhaalde teelt van één soort gewas (zoals op dit proefveld) de pathogenen microflora zich sterk aan dit gewas aanpast, dat wil zeggen een hevige infectie kan veroorzaken, terwijl het infectievermogen op verwante soorten weliswaar behouden maar klein blijft. Bij een afwisseling van verschillende peulvruchten valt te verwachten dat voetziektenverwekkende pathogenen minder gespecialiseerd raken en hun vermogen om elk van de drie gewassen aan te tasten juist daardoor behouden. Het is daarom beter de drie peulvruchten als één gewas te beschouwen, ook al verschillen de peulvruchten onderling iets in waardplantspecificiteit. Waarschijnlijk liggen qua bodempathogenen erwten en veldbonen dicht bij elkaar (door met name *Phoma medicaginis*, dat niet op bruine boon is aangetroffen), dan erwt of veldbonen en bruine bonen. Om te beslissen al dan niet erwten op een bepaald perceel, waar in het verleden ooit een peulvrucht heeft gestaan, te telen kan goed gebruik gemaakt worden van het advies op grond van de biotoets voetziekten in erwten, die wordt uitgevoerd door het BLGG.

Het onderzoek heeft aangetoond, dat, analoog aan wat op zandgrond is geconstateerd (Scholte, 1987), snijmaïs ook op kleigronden negatief reageert op frequente teelt. De oorzaak van de gemeten teruggang in opbrengst met gemiddeld 13 % is naar alle waarschijnlijkheid van biologische aard. Schimmels uit de groep van de Oömyceten inclusief *Pythium* spp. en mogelijk ook bacteriën vormen de hoofdoorzaak. De nematode *Pratylenchus neglectus* kan op klei- en zavelgrond bij continue teelt van maïs tot schadelijke aantallen toenemen, zo blijkt uit onderzoek van Scholte (LUW, persoonlijke mededeling) op kleigrond in Flevoland, maar in dit PAGV-onderzoek kwam dit hooguit incidenteel naar voren.

Hoewel de bodemstructuur zichtbaar negatief werd beïnvloed door voortdurende continue teelt zonder toediening van organische bemestingen, bestaat niet de indruk dat dit tevens van significante invloed is geweest op de opbrengst.

Op zandgrond leidde het regelmatig toedienen van (dierlijke) organische mest ook niet tot het achterwege blijven van het opbrengstverlies bij continue teelt (Scholte, 1987).

Dat vlas slecht zelfverdraagzaam bleek, is op zich geen verrassing. Van oudsher wordt voor vlas een ruime rotatie voorgeschreven. Met name vlasbrand levert potentieel risico op. Min of meer verrassend is dat uit het beschreven onderzoek blijkt dat ook in afwezigheid van vlasbrand het vlas in continue teelt zeer slecht gaat groeien na enige jaren. De oorzaak is van biologische aard en de schimmel *Thielaviopsis basicola* is er bij betrokken. Duidelijk is wel dat er geen middel voorhanden is dat de negatieve gevolgen van frequente vlasteelt kan teniet doen. Teelt in hogere frequenties is derhalve niet aan te bevelen.

Hoewel de zaaiuien niet bijzonder negatief reageerden op continue teelt, is het vanwege het risico op een besmetting met witrot en/of stengelaaltjes niet wenselijk een hoge teeltfrequentie van dit gewas na te streven. De risico's zijn te groot zolang genoemde ziekten niet afdoende te beheersen of te bestrijden zijn. Bovendien vormt de onkruiddruk bij frequente teelt in toenemende mate een probleem.

Dit laatste, de onkruiddruk, speelt bij frequente teelt (continue teelt) van de meeste

gewassen een rol. In het ene gewas zijn vanwege de mechanische en chemische mogelijkheden de problemen wat geringer dan in het andere, maar frequente teelt van hetzelfde gewas leidt in het algemeen tot een toename van de onkruiddruk en/of van de problemen om een afdoende bestrijding te kunnen bewerkstelligen. In gewassen waarin geen of nauwelijks mechanische technieken kunnen worden toegepast (vlas) en die niet snel tot een volledige grondbedekking komen (uien) ontstaan de grootste problemen.

Met de huidige kennis en mogelijkheden behoeft de chemische bodemvruchtbaarheid geen problemen te vormen bij frequente teelt (i.c. continueelt), zo blijkt uit dit onderzoek. Via grondonderzoek kan een goed beeld van de bemestingstoestand verkregen worden en kan een dreigend tekort voorkomen worden. Het verloop van de stikstofmineralisatie wordt, blijkens de ervaringen in dit onderzoek en het incubatie-onderzoek op de LUW, niet merkbaar beïnvloed door continueelt. Zelfs niet na verwaarlozing van de organische stof-voorziening van de bodem.

Mogelijk door het ontbreken van organische bemestingen heeft (bij sommige gewassen) continueelt zichtbare gevolgen voor de bodemstructuur. De aanvoer van organisch materiaal heeft namelijk positieve gevolgen voor grond en gewas (Janssen & Van Reuler, 1986). Zoals bij uien is ervaren kan dit onder min of meer extreme omstandigheden leiden tot opkomstproblemen en uiteindelijk opbrengstderving. Het was te verwachten dat de structuurbeïnvloeding het eerst merkbaar zou zijn bij rooivruchten (uien) en gewassen waarbij gebruik gemaakt wordt van zware (oogst)apparatuur (maïs). Fijnzadige gewassen als uien, die een vlak en fijn zaaibed vereisen hebben vervolgens de meeste kans op negatieve gevolgen.

Hoewel in dit onderzoek zelfs na twaalf jaar continueelt geen problemen zijn ondervonden van plantpathogene nematoden, kan dit gegeven niet veralgemeend worden naar elke situatie. De aaltjesituatie kan per perceel verschillen en uit het verloop van het aantal blijkt dat per continueeltperceel de aantallen over de jaren heen sterk kunnen variëren. De aanwezigheid van een bepaalde soort kan prompt leiden tot grote problemen in gewassen, zelfs bij minder frequente teelt dan continueelt. Hierbij kan gedacht worden aan het eerder gememoreerde stengel-

aaltje (*Ditylenchus dipsaci*) in ui, maar ook aan het wortelknobbelaaltje (*Meloidogyne hapla* en *M. chitwoodi*) dat bijvoorbeeld in vlas en uien op lichte gronden voor schade kan zorgen.

Voor schimmels moet overigens hetzelfde worden opgemerkt dan in het voorgaande over plantpathogene nematoden is gesteld. Situatie-afhankelijk kunnen bepaalde schimmelziekten naar voren treden en voor moeilijk of niet te beheersen problemen zorgen.

Zonder de potentiële problemen op andere percelen mee te rekenen, kan naar aanleiding van het twaalf jarige onderzoek al gesteld worden dat de beproefde zes gewassen niet geschikt zijn voor verbouw in hoge teeltfrequentie of zelfs continu-teelt. Althans, indien als uitgangspunt wordt genomen dat (aanzienlijk) opbrengst-verlies niet acceptabel is. De uien vormen zo mogelijk de enige uitzondering, echter de genoemde potentiële pathogenen witrot en stengelaaltje leiden tot een ander advies.

11. GERAADPLEEGDE LITERATUUR

Basu, P.K. et al. (1976). Yield conversion factors for Fusarium root rot of pea. Canadian Plant disease survey. Volume 56-1976.

Biddle, A. (1982). Root disease index will identify infected fields. Arable Farming, Maart, p. 38-40.

Borna, Z. (1969). The influence of stand in rotation on the yield of vegetables. Roczniki Wyzszej Szkoły Rolniczej w Poznaniu, XLVI, p. 9-16.

Bouhot, D. en L. Bonnel (1979). Description et mode d'emploi du test biologique à deux niveaux pour l'étude des fatigues de sol. Annales Phytopathologique, 11(1), p. 111-115.

Chroboczek, E. (1962). Ergebnisse des 40-jährigen Fruchtfolge-Versuches mit Gemüsepflanzen in Skierniewice. Archiv für Gartenbau, X. Band, Heft 3/4, p. 216-245.

Dreibrodt, L. (1980). Ein Beitrag zur Fruchtfolge in der Feldgemüseproduktion unter besonderer Beachtung der Vorfruchtwirkung landwirtschaftlicher Arten sowie von Selbstfolgen auf Lössboden, Archiv für Gartenbau, 28-3, p. 167-178.

Flengmark, P. (1989). Peas as monoculture or in rotation. In: Legumes in farming systems [ed. Plancquart, P.; Hagggar, R.]. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 58-61.

Györfy, B. (1984). Fruchtfolge und Monokultur im Maisanbau. Tagungsbericht, Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Berlin 224, p. 119-123.

Janssen, B.H. & H. van Reuler (1986). Het effect van de toediening van organisch

materiaal aan de grond. Themadag "Organische stof in de akkerbouw". Thema-boekje nr. 7, PAGV/CAD-agv, Lelystad, p. 7-19.

Lőrincz, J. et al. (1981). Előveteményhatás a kukoricatermesztesben. I. Az elővete-mény hatása a kukoricaállományokban felhasznált műtrágya hatékonyságára és á hozamokra Növénytermelés 30, p. 557-565.

Meijers, P.G. (1955). Het proefveld Blink. Uitg. Directie voor de Landbouw en de Stichting voor Landbouwkundig Onderzoek te Groningen, 70 pp.

Niewiadomski, W. & K. Zewislak (1983). The production of fieldbeans in rotation and in monoculture in the light of 12-year experiments, Roczniki Nauk Rolniczych, A: 105 (4), p. 145-160.

NN. (1983). Teelthandleiding Doperwten. PAGV-teelthandleiding nr. 14, Lely-stad/Alkmaar, 82 pp.

Oyarzun, P.J. (1990). Biotoets voetziekten in erwten. PAGV-verslag nr. 120, Lely-stad, maart 1990.

Riepma, P. (1967). Streekonderzoek bij erwten. PAW-rapport nr. 226, maart, Wage-ningen, 42 pp.

Shehu, R. (1983). Disa perfundime per garkullimet bujqesore per zonen e myze-qesé. Buletini i Shkencave Bujqesore: 22(4), p. 23-30.

Scholte, K. (1987). Relationship between cropping frequency, root rot and yield of silage maize on sandy soils. Netherlands Journal of Agricultural Science 35 (1987), p. 473-486.

Schröder, J., A.G.M. Ebskamp en K. Scholte (1989). Wortelverbruining bij snijmaïs. PAGV-verslag nr. 93, Lelystad.

Surlekow, N. (1972). Die biologische Selbstverträglichkeit einiger Gemüsearten und Möglichkeiten ihrer Monokultur. Internationale Zeitschrift der Landwirtschaft, Nr. 1, p. 301-304.

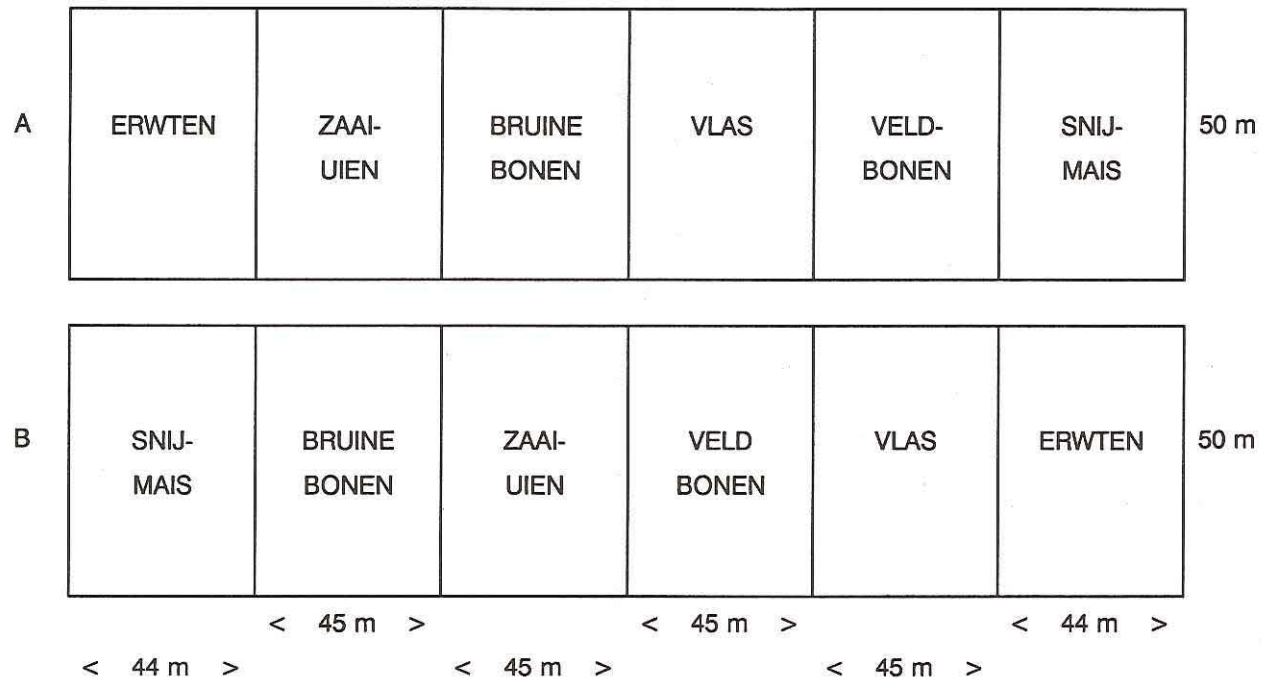
Turco, R.F. et al. (1990). Contribution of soil-borne bacteria to the rotation effect in corn. Plant and Soil 122, p. 115-120.

Wallgren, B. (1984). Alterna i vaxtfoljden, forfruktseffekter och kvaveeffekter. Nordiske Jordbrugsforskeres Forening, Uppsala Sweden, 6 pp.

Wicke, H.J. & G. Urban (1978). Entwicklung der Erträge von Zuckerrübe, Kartoffel, Erbse und Grünmais in den Jahren 1961 bis 1975 im Konzentrationsversuch Seehausen. Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 22 (1978) 5, p. 317-326.

Zawislak, K.W. et al. (1982). Tolerancja kukuryda na wieloletni siew po sobię. Acta Universitatis Agriculturae Brno, Facultas Agronomica 3; p. 95-101.

Bijlage 1. Proefschema veldproef zelfverdraagzaamheid enkele akkerbouwmatige teelten (situatie 1986).



Blok A: Continueelt

Blok B: "Ruime" vruchtopvolging (veldbonen-vlas-erwtens-snijmaïs-bruine bonen-zaaiuien)

Bijlage 2. Resultaten algemeen grondonderzoek continueeltblok.

bemonsteringsdatum: 26-10-1979											
continueelt	lutum	slib	Pw	PAI	K-geh.	MgO	pH-KCl	CaCO ₃	o.s.	zand	
										grof	tot.
erwten			34		25						
zaaiuien			53		22						
bruine bonen			35		26						
vlas			29		20						
veldbonen			44		23						
maïs			35		22						
bemonsteringsdatum: 05-12-1984											
erwten	20	30	26	23	23	108	7,3	7,9	2,8	5	59
zaaiuien	20	30	27	23	22	120	7,4	7,8	2,2	4	60
bruine bonen	20	31	35	26	25	114	7,3	8,1	2,6	4	58
vlas	19	26	33	29	23	108	7,3	8,0	2,5	4	61
veldbonen	21	32	24	22	26	133	7,3	8,0	3,0	4	57
maïs	20	30	31	27	19	102	7,4	8,0	2,9	4	59
blok B	20	32	24	26	22	108	7,4	8,0	2,6	4	57

Vervolg bijlage 2.

bemonsteringsdatum: 23-10-1990, laag 0-25 cm

	Pw	K-geh.	MgO	Cu	Co	B	Mn	pH-KCl	CaCO ₃	o.s.	N-tot.	C-el	C/N
<i>continueelt (blok A)</i>													
erwten	54	21	92	6,3	0,59	1,46	220	7,3	7,2	2,5	0,102	1,11	10,88
zaaiuien	39	18	104	5,4	0,55	1,47	227	7,3	7,3	2,2	0,097	0,95	9,79
bruine bonen	62	24	108	5,8	0,51	1,48	246	7,4	7,3	2,4	0,108	1,05	9,72
vlas	58	20	101	5,5	0,56	1,41	208	7,4	6,9	2,2	0,092	0,92	10,00
veldbonen	38	20	95	5,3	0,62	1,41	205	7,4	7,0	2,6	0,105	1,08	10,29
maïs	46	15	87	5,7	0,60	1,54	212	7,4	7,2	2,3	0,102	1,15	11,27

rotatie (blok B)

gewas 1990

erwten	38	19	101	5,5	0,56	1,50	228	7,4	7,3	2,3	0,107	1,16	10,84
zaaiuien	41	17	92	5,8	0,55	1,47	237	7,4	7,2	2,5	0,107	1,18	11,03
bruine bonen	37	18	90	5,2	0,57	1,39	216	7,4	6,9	2,6	0,107	1,16	10,84
vlas	41	19	105	5,4	0,56	1,31	226	7,4	6,9	2,2	0,101	1,05	10,40
veldbonen	39	20	101	5,8	0,54	1,53	235	7,4	7,5	2,3	0,110	1,14	10,36
maïs	42	20	104	5,6	0,60	1,46	227	7,4	7,4	2,4	0,107	1,20	11,21

Verklaring analysecodes:

Code	Omschrijving	Uitdrukkingswijze	
pH-KCl	pH-KCl	-log(H ⁺)	in suspensie
o.s.	Humus Istscherkow	g/100 g	stoofdroog
CaCO ₃	Koolzure kalk	g/100 g	stoofdroog
Pw	Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /l	luchtdroog
k-HCl	Kali-gehalte	mg K ₂ O/100 g	stoofdroog
MgO	Magnesium-NaCl	mg MgO/kg	stoofdroog
Cu	Koper HNO ₃	mg Cu/kg	stoofdroog
N-tot.	Stikstof totaal	g N/100 g	stoofdroog
Co	Cobalt azijnzuur	mg Co/kg	stoofdroog
B	Borium	mg B/kg	stoofdroog
Mn	Mangaan reduceerb.	mg Mn/kg	stoofdroog
C-el	Koolst. elementair	g C/100 g	stoofdroog

Bijlage 3. Hoeveelheid minerale stikstof in de bodem in kg per ha per gewas per jaar in de continueelvelden (blok A) en de rotatievelden (blok B).

gewas ¹⁾ (voorvrucht)	laag (cm)	jaar:		1981	1983	1984	1985	1986		1987		1988		1989		1990		gem. '87-'90	
		monsterdatum:		25/02	18/04	29/02	07/02	04/04		03/03		09/03		13/02		07/02			
		blok:		A	A	A	A	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
erwten	0-30			20	24	12	32	18	28	13	11	19	27	16	16	17	18	16	18
	30-60			16	24	8	24	19	27	13	11	20	29	28	25	43	51	26	29
	60-90			39	35	23	31	20	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
zaaiuien	0-30			32	16	8	16	16	20	11	13	13	20	10	15	11	19	11	17
	30-60			24	16	8	16	16	18	11	14	8	16	14	23	37	56	17	27
	60-90			58	27	19	19	12	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
bruine bonen	0-30			73	20	8	20	16	19	22	13	16	16	13	14	25	23	19	16
	30-60			86	28	12	20	16	16	11	11	18	17	13	11	62	53	26	23
	60-90			35	31	16	23	15	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vlas	0-30			16	16	8	16	16	24	13	12	19	23	14	15	18	17	16	17
	30-60			16	20	12	20	13	16	10	12	17	25	18	20	41	47	21	26
	60-90			19	27	12	27	13	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
veldbonen	0-30			20	24	12	16	22	22	12	11	17	22	17	18	22	16	17	17
	30-60			16	24	12	28	18	21	17	15	20	10	22	17	39	34	24	19
	60-90			31	47	23	39	28	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
snijmais	0-30			16	16	4	12	16	17	13	8	22	23	11	19	14	17	15	17
	30-60			12	20	8	20	10	12	12	16	14	17	10	23	26	28	15	21
	60-90			47	19	12	43	16	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹⁾ Bij de rotatievelden (blok B): situatie na gewas in voorgaande jaar.

Bijlage 4.

A. Resultaten N-mineraalbepalingen $\text{NO}_3\text{-N}$ in mg per kg droge grond. Tussen haakjes eventueel gemeten $\text{NH}_4\text{-N}$ in mg per kg.

veld	datum:	29/09	03/10	06/10	16/10	27/10	13/11
continueelt vlas I		2,8 (1,3)	3,5	4,1	6,4	6,3	8,5
continueelt vlas II		2,1 (1,0)	2,9	3,0	6,0	6,1	7,3
continueelt maïs I		6,4 (1,1)	5,7	7,6	9,2	10,0	10,7
continueelt maïs II		11,0 (0,8)	12,4	14,6	12,4	12,2	17,2
rotatie I		4,8 (1,0)	5,3	5,7	8,8	8,8	11,5
rotatie II		5,6 (1,1)	5,6	7,1	9,3	5,9	11,0

B. Vochtgehalte (in %) van de grondmonsters op moment van N-mineraalbepaling.

veld	datum:	29/09	03/10	06/10	16/10	27/10	13/11
continueelt vlas I		19,52	18,89	20,19	18,88	19,23	19,32
continueelt vlas II		19,69	18,80	18,80	19,08	19,38	19,37
continueelt maïs I		20,24	18,94	18,94	20,01	20,00	19,89
continueelt maïs II		21,56	20,85	20,85	20,53	21,85	21,09
rotatie I		20,75	20,26	20,26	19,79	20,39	20,16
rotatie II		20,03	16,44	19,44	19,00	19,90	20,28

C. Opbrengsten in g per pot en percentage drogestof van de potproef spinazie.

veld	vers	droog	% drogestof
continueelt vlas I	5,62	0,61	10,9
continueelt vlas II	3,95	0,47	11,8
continueelt maïs I	2,18	0,33	15,0
continueelt maïs II	3,89	0,45	11,6
rotatie I	5,72	0,68	11,9
rotatie II	5,42	0,59	10,8

Bijlage 5. Aantallen vrijlevende aaltjes per 100 ml grond, op de continueeltvelden (blok A).

gewas in monsterjaar:	aaltjessoort							
	Pn	Pth	Pa	T	He	R	O+S	Dd
<i>monstername november 1982</i>								
erwten	-	-	-	265	-	-	740	-
zaaiuien	5	-	20	265	15	-	705	-
bruine bonen	1090	-	5	150	10	-	675	-
vlas	-	-	10	15	230	-	1030	-
veldbonen	15	-	5	640	-	-	735	-
snijmaïs	305	-	-	290	-	-	815	-
<i>monstername november 1984</i>								
erwten	10	-	15	35	-	-	1275	-
zaaiuien	30	-	360	75	-	-	1860	-
bruine bonen	360	-	5	10	-	-	650	-
vlas	10	-	150	-	235	-	965	-
veldbonen	10	-	20	95	-	-	595	-
snijmaïs	80	-	30	15	-	-	495	-
<i>monstername oktober 1985</i>								
erwten	10	-	-	120	-	-	1750	-
zaaiuien	-	-	20	50	15	-	1150	-
bruine bonen	295	-	-	70	20	-	1020	-
vlas	-	-	5	-	335	-	775	-
veldbonen	5	-	-	120	35	-	1050	-
snijmaïs	120	-	-	195	-	-	465	-
<i>monstername november 1987</i>								
erwten	-	-	-	175	-	-	4480	-
zaaiuien	-	-	15	85	-	10	1610	-
bruine bonen	85	-	-	50	-	-	1440	-
vlas	-	-	80	20	-	1055	790	-
veldbonen	5	15	15	170	-	30	1710	-
snijmaïs	115	-	25	125	-	-	1000	-
<i>monstername november 1990</i>								
erwten	-	40	10	80	-	-	2560	-
zaaiuien	-	-	35	190	-	30	1570	-
bruine bonen	5	-	5	110	-	-	2190	-
vlas	-	-	20	-	-	1425	2600	-
veldbonen	-	420	40	310	-	100	3210	-
snijmaïs	220	-	15	165	-	-	2040	-

Bijlage 6. Aantallen vrijlevende aaltjes per 100 ml grond, op de rotatievelden (blok B).

gewas in monsterjaar:	aaltjessoort							
	Pn	Pth	Pa	T	He	R	O+S	Dd
<i>monstername oktober 1985</i>								
erwten	20	-	40	20	-	-	5020	-
zaaiuien	60	-	10	20	-	-	1695	-
bruine bonen	365	-	-	60	-	-	1180	-
vlas	75	-	-	-	-	-	915	-
veldbonen	105	-	-	75	-	-	2590	-
snijmaïs	110	-	-	50	-	-	540	-
<i>monstername november 1987</i>								
erwten	-	-	5	65	-	10	1750	-
zaaiuien	125	-	5	35	-	-	1200	-
bruine bonen	190	-	85	100	-	-	1200	-
vlas	5	-	15	-	-	-	780	-
veldbonen	5	-	45	50	-	-	1120	-
snijmaïs	60	-	65	60	-	-	710	-
<i>monstername november 1990</i>								
erwten	-	-	-	145	-	-	1500	-
zaaiuien	25	-	5	240	-	25	1730	-
bruine bonen	25	-	10	265	-	40	2190	-
vlas	5	5	-	10	-	-	1050	-
veldbonen	40	-	35	200	-	10	2110	-
snijmaïs	20	-	5	305	-	-	1590	-

Legenda:

Pn = *Pratylenchus neglectus*

Pth = *Pratylenchus thornei*

Pa = *Paratylenchus*

T = *Tylenchorhynchus*

R = *Rotylenchus*

O+S = overige *Tylenchida* en saprofage aaltjes

Dd = *Ditylenchus dipsaci*

He = *Helicotylenchus*

Bijlage 7. Sortering van de uien in gewichtspercentage naar maatsortering in diameter (mm), in relatie tot proefjaar en bij continueelt (C) en rotatie (R).

jaar	rotatie	sortering in gewicht-%					
		23-30	30-40	40-50	50-60	60-70	>70 mm
1986	C	0,1	5,6	27,2	51,5	15,0	0,6
	R	0,1	5,6	25,0	51,2	17,4	0,7
1987	C	0,2	3,4	18,2	51,1	24,7	2,3
	R	0,3	4,2	19,8	47,8	25,8	2,0
1988	C	0,3	4,4	13,8	29,7	30,6	21,1
	R	0,3	4,3	17,5	36,5	29,9	11,5
1989	C	1,4	11,8	36,9	40,5	8,8	0,6
	R	1,1	8,4	27,9	42,9	17,5	2,0
1990	C	1,6	5,0	19,1	38,4	28,5	7,4
	R	0,6	3,0	10,1	29,9	36,6	19,6