

Nauwe rotaties en continueelten van aardappelen en suikerbieten

J.G. Lamers, PAGV
projectnr. 28.4.02

Inleiding

In de zestiger en zeventiger jaren deed zich in de akkerbouw een sterke bouwplanvernauwing voor als gevolg van het vaker telen van hoog renderende gewassen als aardappelen en suikerbieten. Uit een eerste bedrijfseconomische evaluatie van de onderzoekresultaten van de bouwplannenproef De Schreef (Preuter, 1976) komt naar voren dat de daar aanwezige nauwste bouwplannen, namelijk de driejarige rotaties met aardappelen, suikerbieten en graan, het meest winstgevend zijn. Onbekend was of nog nauwere rotaties technisch mogelijk en economisch rendabel waren. Om inzicht te hebben in het hele traject van zeer ruime tot zeer nauwe teeltfrequenties, werd ook de continueelt van aardappelen of suikerbieten in het onderzoek meegenomen. Verwacht mag worden, dat in de continueelten het eerst en het hevigst eventuele problemen naar voren komen.

Het doel van de vruchtwisselingsproef PAGV1 was na te gaan in welke mate in zeer nauwe rotaties de opbrengst en de kwaliteit van aardappelen en suikerbieten reageren en of de bodemvruchtbaarheid in chemische, fysische of biologische zin verandert. Daarnaast werd onderzocht welke maatregelen op het gebied van de chemische en fysische bodemvruchtbaarheid genomen moeten worden om de te verwachten achteruitgang in bodemvruchtbaarheid tegen te gaan.

Opzet en uitvoering

Het ruimst was de driejarige rotatie suikerbieten – wintertarwe (+ grasgroenbemesting) – aardappelen. Het hart van de proef bestond uit een tweejarige rotatie suikerbieten – aardappelen, waarin een aantal varianten waren aangebracht (tabel 234). Verder waren nog twee continueelten van aardappelen of suikerbieten in de proef opgenomen.

Binnen de tweejarige rotatie lagen drie varianten in grondbewerking, namelijk ploegen, cultivateren en een rijbanenteeltsysteem, twee varian-

Tabel 234. Varianten in de vruchtwisselingsproef PAGV1.

code	bouwplan	hoofdgrondbewerking	champost	grondontsmetting
3 P	sb-wt+aa ¹⁾	ploegen	-	-
2 P+	sb-aa	ploegen	+	+ ²⁾
2 P	sb-aa	ploegen	-	+
2 R+	sb-aa	rijbanen	+	+
2 R	sb-aa	rijbanen	-	+
2 C+	sb-aa	cultivateren	+	+
2 C	sb-aa	cultivateren	-	+
1 PA+	aa-aa	ploegen	+	+
1 PE+	sb-sb	ploegen	+	++

¹⁾ suikerbieten-wintertarwe met groenbemester-aardappelen

²⁾ grondontsmetting eenmaal per twee jaar. 1 PE+ maximale grondontsmetting.

ten in organische bemesting, namelijk jaarlijks 20 ton champignoncompost (champost) en zonder champost en vier varianten in stikstofbemesting. De grondbewerkings-, champost- en stikstofvarianten lagen in een split-split-plotschema met drie herhalingen.

De bruto veldjesgrootte was 7,5x53 m en de netto maat 1,5x53 m. De totale proef nam 12 ha in beslag. Het proefveld was over kleine afstanden van enkele meters heterogeen, maar over grote afstanden vrij homogeen (Burrough, 1981), waardoor de opbrengsten van de bouwplannen met elkaar vergeleken kunnen worden.

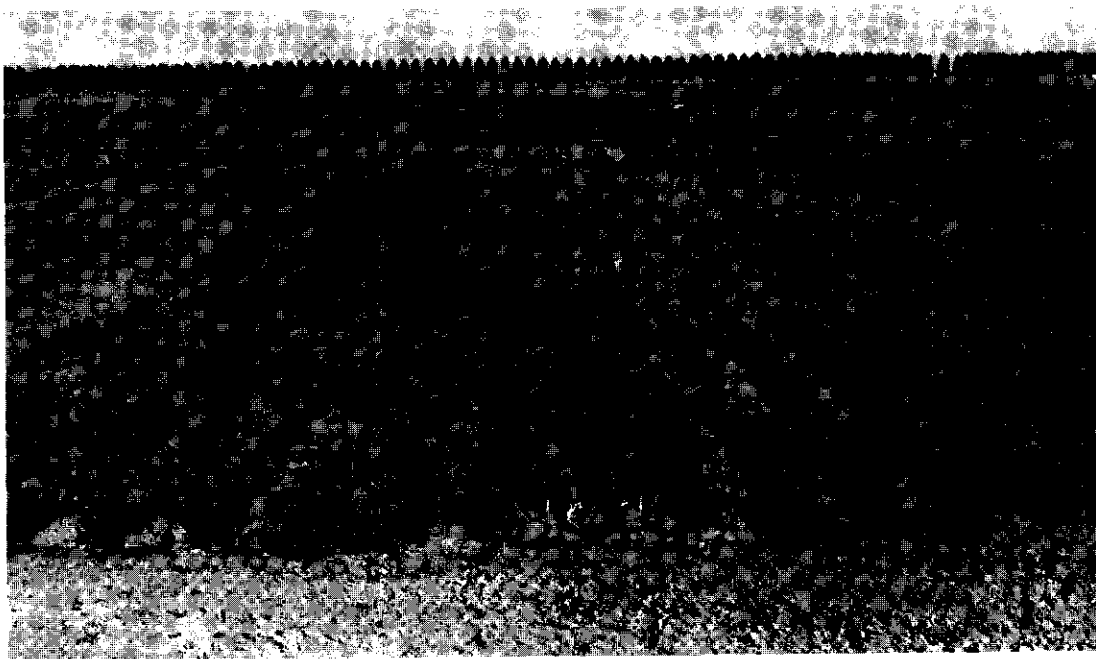
De proef is gestart in 1973 en na 12 jaar in 1984 beëindigd. In het eerste jaar van de proef lag er over het hele blok van de driejarige rotatie alleen suikerbieten.

Het aardappelras in onderzoek was Saturna, dat resistentie bezit tegen het biotype A van het aardappelpycsteaaltje *Globodera rostochiensis*.

Wettelijk behoefde de tweejarige rotatie maar eenmaal in de vier jaar te worden ontsmet. Om minder risico te lopen en om proeftechnische redenen werd de tweejarige rotatie en de continueelt aardappelen om de twee jaar ontsmet. In de continueelt suikerbieten lagen steeds grondontsmettingsproeven. De grondontsmetting werd eerst om de twee jaar uitgevoerd en sinds 1979 geïntensiveerd tot een jaarlijks driedovoudige ontsmetting met 330 liter metamnatrium in de herfst, 25 kg temik naast de zaairijen vanaf 1983 50 kg dazomet per ha als toplaagbehandeling.

Het suikerbietenras was Monohil en het winter tarweras Arminda. Om schade door het bietekevertje tegen te gaan werd sinds 1977 het zaad ontsmet met methiocarb en werd carbofuran in de zaairij ingebracht.

Alle objecten werden op dezelfde datum bewerkt, gezaaid of geoogst, dit om een wisselende in-



Een overzicht van een deel van de vruchtwisselingsproef PAGV 1.

vloed van het weer te voorkomen.

Aangezien aardappelopslag als een belangrijk knelpunt werd gezien, werd tot 1979 na aardappelen altijd gecultiveerd. Door de komst van de rooiverlieskneuzer konden de objecten waar geploegd moest worden inderdaad worden geploegd. Het cultivateren geschiedde zo intensief mogelijk om een goede losligging te bewerkstelligen. Met het rijbanenteeltsysteem werd geen verdichting in de produktiezone aangebracht en bovendien werd de produktiezone losgehouden door middel van cultivateren. Negen procent van het oppervlak werd gebruikt voor berijding. Bij de berekening van de opbrengst zijn deze verdichte rijbanen verdisconteerd. Door aanleg van het rijbanenteeltsysteem in 1976 kon een eventuele achteruitgang in de fysische bodemvruchtbaarheid bij 100% rooivruchten in het bouwplan worden vastgesteld (Lamers en Perdok, 1982 en Lamers et al, 1986). Om na te gaan of de rotaties, de grondbewerkingen en de organische bemesting een veranderde stikstofhuishouding tot gevolg hadden, werden vier stikstofniveaus aangebracht, waarbij de stikstoftrappen jaarlijks op dezelfde plaats bleven. De economisch optimale N-gift werd berekend uit de opbrengst aan hoofdprodukt en bijprodukt vermenigvuldigd met de prijs en verminderd met de kosten voor de N-bemesting en de kosten voor grondtarra bij de suikerbieten. De fosfaat- en kalibemesting was zodanig (hoog), dat hiervan weinig invloed op de

opbrengst uitging. De oogstresten en sinds 1979 ook het tarwestro bleven op het land achter.

Resultaten

Aardappelen

Tussen de bouwplannen traden met name de eerste jaren grote fluctuaties op in de netto aardappelopbrengst groter dan 35 mm (figuur 42). Gemiddeld over de laatste vier jaar, verkeerde de driejarige rotatie in de derde of vierde omloop. Ten opzichte van de driejarige rotatie bedroeg de relatieve netto opbrengst van de tweejarige rotatie (2 P+) 99% en van de continueelt (1 PA+) 82% (tabel 235).

Behalve de opbrengst nam ook de kwaliteit van het geogste produkt af. Het percentage uitval (sortering kleiner dan 35 mm en groene en misvormde knollen) was door de intensivering toegenomen van 13% voor de driejarige rotatie naar 16% voor de tweejarige rotatie en continueelt. Daarnaast was de sortering groter dan 55 mm, waar doorgaans een hogere prijs voor gerealiseerd kan worden, ook belangrijk afgenomen, namelijk van 21% van de totaalopbrengst voor de driejarige rotatie naar 16% voor de tweejarige rotatie en 12% voor de continueelt. Het onderwatergewicht was in de tweejarige rotatie iets afgenomen.

Tabel 235. De relatieve netto aardappelopbrengst groter dan 35 mm (100 = 35,4 ton/ha) en enkele kwaliteitskenmerken gemiddeld over 1981 t/m 1984 bij de jaarlijks berekende optimale N-gift.

code	netto aardappelopbrengst (%)	uitval (%)	>55 mm (%)	o.w.g. (gram)	optimale N-gift (kg/ha)
P	100	13	21	478	210
P+	99	16	16	457	210
P	95	15	15	465	225
R+	104	14	21	456	195
R	100	15	20	459	240
C+	98	15	20	456	210
C	94	17	18	464	270
PA+	82	16	12	472	225

REL. NETTO
AARDAPPEL-
OPBRENGST

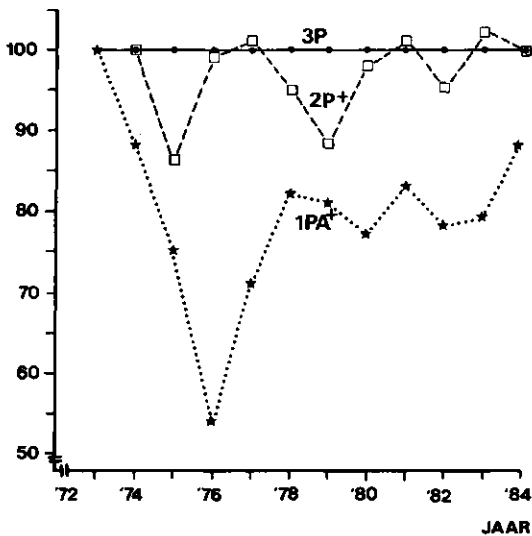


Fig. 42. Het verloop van de relatieve netto aardappelopbrengst van de tweejarige rotatie (2 P+) en de continueelt (1 PA+).

Binnen de tweejarige rotatie bleek van de grondbewerkingsvarianten het rijbanenteeltsysteem over 1981 tot en met 1984 een 5% hogere opbrengst te geven dan ploegen, terwijl cultivateren geen hogere opbrengst gaf. De organische bemesting met champignoncompost gaf bij alle drie de grondbewerkingen een 4% hogere opbrengst. De economisch optimale stikstofbemesting was bij de intensievere bouwplannen niet noemenswaard gestegen, maar dit moet toegeschreven worden aan de toegepaste organische bemesting. Zonder organische bemesting zou in de nauwe bouwplannen 40 kg N/ha meer nodig zijn.

Suikerbieten

In de eerste zes jaren van de proef blijkt de relatieve suikeropbrengst van de tweejarige rotatie en de continueelt zeker niet achter te blijven bij de driejarige rotatie. Gemiddeld over de laatste vier jaren (vierde en vijfde keer suikerbieten in de

REL. SUIKER-
OPBRENGST

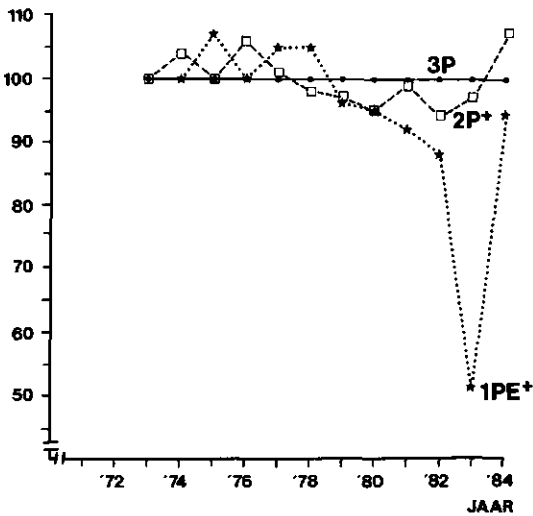


Fig. 43. Het verloop van de relatieve suikeropbrengst van de tweejarige rotatie (2 P+) en de continueelt (1 PE+) ten opzichte van de driejarige rotatie (3 P).

driejarige rotatie) bleef de suikeropbrengst van de tweejarige rotatie nog op het niveau van de driejarige rotatie, maar de continueelt bleef gemiddeld 19% achter, met name als gevolg van de aantasting door het bietecysteeltje in 1983 (tabel 236 en figuur 43). De kwaliteit van de suikerbieten vastgesteld aan het suikergehalte was op de continueelt iets afgenomen. Er deden zich geen grote wijzigingen voor in het K-, Na- en α -amino

Tabel 236. De relatieve suikeropbrengst (100 = 11,4 ton suiker/ha) en het suikergehalte gemiddeld over 1981 t/m 1984 bij de jaarlijks berekende optimale N-gift.

code	suikeropbrengst %	suikergehalte %	optimale N-gift kg/ha
3 P	100	16,3	120
2 P+	99	16,0	135
2 P	96	15,7	165
2 R+	96	15,6	135
2 R	97	16,3	105
2 C+	96	15,9	120
2 C	97	16,0	135
1 PE+	81	15,2	120



Schoffelen van suikerbieten op het rijbanenteeltsysteem.

N-gehalte van de biet omgerekend per 100 gram suiker en niet in de economisch optimale N-bemesting. Binnen de tweejarige rotatie waren er geen grote verschillen onder invloed van de groundbewerking, de organische bemesting en de optimale stikstofbemesting.

Sinds 1979 werd op de continueelt de grond jaarlijks ontsmet om het bietecysteeltje te bestrijden. Door de grondontsmetting kon het bietengewas zich in het vroege voorjaar goed ontwikkelen. De achteruitgang in opbrengst bleef beperkt tot ongeveer 10%. Alleen bij laat zaaien en een droge zomer kan er toch nog een risico op optreden (Lamers en De Moel, 1987).

Chemische bodemvruchtbaarheid

In de chemische bodemvruchtbaarheid kwamen

verschillen tussen de bouwplannen naar voren. Het organische-stofgehalte van de driejarige rotatie was gedurende het onderzoek onveranderd gebleven op 2,7%. De tweejarige rotatie (2 P+) gaf een belangrijke stijging met 0,6% te zien en de beide continueelten met 0,4% organische stof (tabel 237). Ook het kalium- en magnesiumgehalte en vooral de Pw waren gestegen in de nauwe bouwplannen. Deze hoge gehalten worden veroorzaakt door de hoge PK-bemesting, die voor aardappelen en suikerbieten geadviseerd worden, en de organische bemesting.

Binnen de tweejarige rotatie bleek de groundbewerking het gemeten organische-stofgehalte ook te beïnvloeden. De geploegde objecten hadden een 0,3% lager organische-stofgehalte dan de beide gecultiverde objecten (C en R). Weliswaar bleek uit onderzoek van verschillende lagen

Tabel 237. De chemische bodemvruchtbaarheid zoals vastgesteld aan Pw, K-gehalte, MgO en organische-stofgehalte gemiddeld over de gewassen in 1984.

code	Pw	K-gehalte	MgO	organische stof
3 P	27	24	120	2,7
2 P+	52	33	142	3,3
2 P	45	28	124	2,8
2 R+	70	49	191	3,6
2 R	62	39	164	3,1
2 C+	69	46	180	3,6
2 C	51	37	152	3,1
1 PA+	59	28	158	3,1
1 PE+	52	40	139	3,1

in de bouwvoor, dat in de geploegde objecten, het organische-stofgehalte onder in de bouwvoor hoog was en bij de gecultiverde objecten laag. De sinds 1975 jaarlijkse organische bemesting met 20 ton champost per ha had het organische-stofgehalte met 0,5% verhoogd. Uit onderzoek van 1983 en 1984 was gebleken, dat tussen de laagste en de hoogste stikstofbemesting binnen de tweejarige rotatie met champost 0,2% verschil in organische-stofgehalte was ontstaan. Analoog aan het organische-stofgehalte zijn ook de Pw, het K-getal en het MgO-gehalte veranderd door grondbewerking en organische bemesting.

Fysische bodemvruchtbaarheid

Door het IB en het PAGV is intensief onderzoek

verricht naar veranderingen in de fysische bodemvruchtbaarheid. In tabel 238 zijn een aantal kenmerken vermeld. Tussen de bouwplannen deden zich geen verschillen voor in bewerkbaarheid, hoewel het vochtgehalte in de nauwe bouwplannen iets toenam. Ook de verschillen in poriënvolume en luchtgehalte waren niet groot. De hoeveelheid grondtarra bij suikerbieten (aanhangende losse grond) had de neiging af te nemen in de nauwere bouwplannen. Daarentegen was er een opvallende toename van de hoeveelheid grondtarra bij aardappelen (kluiten) respectievelijk voor 3 P, 2 P+ en 1 PA+ : 9, 13 en 17 ton/ha. Binnen de tweejarige rotatie waren er duidelijk structuurverschillen ontstaan. Het cultivateren had ten opzichte van ploegen een toename van 12 naar 22 ton/ha gegeven van de hoeveelheid

Tabel 238. Enkele fysische bodemvruchtbaarheidskenmerken van 1980 t/m 1983 zoals de bewerkbaarheid (hoog cijfer is goed) van de laag 0-5 cm voor aardappelen, het poriënvolume en luchtgehalte bij pF 2,0 van de laag 12-17 cm in het groeiseizoen van aardappelen (onderzoek IB) en de hoeveelheid grondtarra (kg/are) geoogst met suikerbieten of aardappelen.

code	bewerkbaarheid	vochtgehalte (%)	por. vol. (%)	luchtgehalte (%)	grondtarra (kg/are)	
					suikerbieten	aardappelen
3 P	6,5	17,4	50,8	17,5	45	94
2 P+	6,7	17,8	51,5	17,5	44	130
2 P	6,7	17,2	50,5	16,8	46	115
2 R+	6,5	19,0	55,5	23,7	55	96
2 R	6,6	17,8	53,8	21,3	52	94
2 C+	6,6	18,1	52,0	17,2	43	242
2 C	6,7	17,0	51,8	17,0	50	200
1 PA+	6,6	18,1	50,3	16,2		167
1 PE+					32	

grondtarra meegeogst met aardappelen. Het rijbanenteeltsystemen had een iets hoger vochtgehalte ten gevolg, maar vooral een verhoging van het poriënvolume met 4% en luchtgehalte met 6%. Door het niet berijden van de grond lag deze enige centimeters hoger dan de andere objecten. De hoeveelheid grondtarra voor suikerbieten nam iets toe, maar voor aardappelen af. De organische bemesting verhoogde met name het vochtgehalte, het poriënvolume en het luchtgehalte, maar verhoogde ook iets de hoeveelheid grondtarra bij aardappelen.

Biologische bodemvruchtbaarheid

In de *aardappelen* traden een aantal pathogenen naar voren, zoals de verwelkingsziekte (*Verticillium dahliae*), *Rhizoctonia solani*, en het aardappelcysteeltje (*Globodera pallida*). De aanwezigheid van schadelijke bacteriën zal in de discussie worden besproken. De verwelkingsziekte was ieder jaar het eerst te zien op de continueelt aardappelen vanaf begin juli. Begin augustus gaf een bepaling van de afstervingsindex gemiddeld over 1981-1984 duidelijk lage waarden voor de driejarige rotatie (21) gevolgd door de tweejarige rotatie (30) en het hoogst de continueelt (51). Aan het eind van het seizoen deden zich geen opmerkelijke verschillen voor in de microsclerotienindex van de aardappelstengels, vrijwel alle planten waren aangetast. Binnen de objecten van de tweejarige rotatie waren er geen opvallende verschillen in de *Verticillium*-aantasting.

Een biotoets met aubergine (onderzoek SVP) en tussen aardappelen gezaaide spinazie wees uit dat de grondbesmetting met *Verticillium* toenam bij hogere teeltfrequenties. Na ieder aardappelgewas, ook op de driejarige rotatie, was de besmetting weer maximaal en nam vrij snel af onder suikerbieten of wintertarwe. De *rhizoctonia*-aantasting van de stengels was met name hoog op de continueelt in de jaren 1977 en 1978 en nam daarna geleidelijk af. De tweejarige rotatie

gaf over het algemeen een iets hogere stengel-aantasting te zien dan de driejarige rotatie. De lakschurftbezetting van de knol vertoonde gemiddeld geen verschillen over de periode 1981 t/m 1984. In 1976 gaf de continueelt een hoge lakschurftbezetting te zien.

Saturna is onvatbaar voor netschurft. Ook de aantasting door gewone schurft was zeer gering.

Het belangrijkste pathogeen dat is waargenomen in de *suikerbieten*, betrof het bietecysteeltje (*Heterodera schachtii*). De eerste valplek werd in 1979 waargenomen in de continueelt suikerbieten, terwijl de eerste besmetting in de tweejarige rotatie optrad na 1981 en in de driejarige rotatie in 1984. Door de grondontsmetting in de continueelt suikerbieten kon de schade beperkt blijven tot 10% behalve bij laat zaaien en droogte zoals in 1983, toen 50% schade werd gemeten. Het effect van de grondontsmetting (ongeveer 60% doding in 1983; Kaai, persoonlijke mededeling) werd verminderd door de late toepassing na suikerbieten en door de optredende biologische adaptatie (Smelt, persoonlijke mededeling). Hierdoor werd het grondontsmettingsmiddel versneld afgebroken. Het bietecysteeltje was op de continueelt aanwezig in zeer hoge dichtheden van 20.000 eieren en larven per 100 ml grond (Lamers en De Moel, 1987).

Vrijbewegende planteeltjes kwamen in slechts geringe aantallen verspreid over het proefveld voor. Andere vermijdbare plagen hadden in 1976 een misoogst ten gevolge van de continueelt aardappelen (aardrupsen) en van de continueelt suikerbieten (bietekevertje) (Lamers, 1981). Door het optreden van deze plagen is duidelijk, dat nauwe bouwplannen wel meer risico lopen.

De driejarige rotatie met de voorvrucht wintertarwe en groenbemester gaf gemiddeld een iets hogere schurftaantasting van de knol.

Het aardappelcysteeltje (*Globodera pallida*, biotype D) manifesteerde zich voor het eerst na 11 jaar continueelt van aardappelen.



Bij aardappelen heeft zich aan het eind van het groeiseizoen een "mat" van kleeftkruid gevormd, bij een lage stikstofbemesting en na cultivateren als hoofdgrondbewerking.

Een aantal *onkruiden* manifesteerden zich, zoals aardappelopslag, kleeftkruid en distels. Uit tellingen van het aantal aardappelopslagplanten in suikerbieten kwam in 1981 naar voren, dat er door het cultivateren iets minder aardappelopslagplanten en in 1984 iets meer aardappelopslagplanten boven de grond kwamen, dan na ploegen. De overige jaren speelde alleen aardappelopslag uit zaad, dat in suikerbieten redelijk goed met herbiciden is te bestrijden.

Aardappelopslag uit rooiverliesknollen en ook distels waren goed te bestrijden met de Roundup-stick. Deze onkruiden kwamen dan ook niet in schadelijke mate voor. Dit in tegenstelling tot kleeftkruid, dat in suikerbieten van de tweejarige rotatie met veel moeite in de hand kon worden gehouden. Kleeftkruid kwam vooral in aardappelen voor na cultivateren en bij lage stikstofgiften. In deze objecten was de opbrengst vermin-

derd. Bij hoge stikstofgiften en aanvullende bespuitingen leek het gewas een voldoende hoog concurrentievermogen te hebben om kleeftkruid te onderdrukken, zodat een maximale opbrengst behaald kon worden.

Discussie

Uit onderzoek op het bouwplannenproefveld De Schreef blijkt dat in de vierde omloop van een bouwplan de opbrengstdepressie maximaal is en daarna constant blijft. De driejarige rotatie blijkt op De Schreef ongeveer 15% in opbrengst achter te blijven bij de zesjarige rotatie. Door grondontsmetting stijgt de opbrengst in de driejarige rotatie met ongeveer 3% (Hoekstra, 1981).

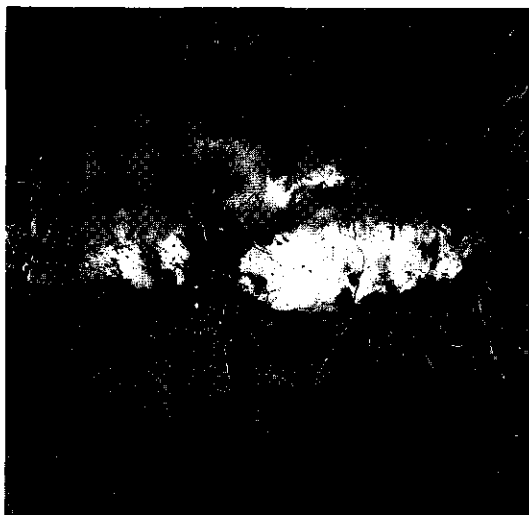
In de vruchtwisselingsproef PAGV1 is in de periode 1981 tot 1984 in de driejarige rotatie de maximale opbrengstdepressie bereikt. De tweejarige

rotatie *aardappelen* gaf in die periode ongeveer dezelfde opbrengst te zien, terwijl de continueelt van aardappelen 18% minder opbracht. Uit vergelijkend onderzoek van rassen geteeld in een ruim (zesjarig) en nauw bouwplan (continueelt) bleek, dat Saturna ongeveer 30% minder opbracht. Op het PAGV worden soortgelijke frequentie-effecten als op De Schreef gevonden. De geringe opbrengstdaling van de tweejarige rotatie kan daarom verklaard worden uit een positief grondontsmettingseffect (3%) en een positief effect van de organische bemesting (4%). Deze effecten spelen ook op de continueelt, waardoor het opbrengstverlies ten opzichte van de driejarige rotatie eigenlijk groter is dan 18%.

Als oorzaken voor de grote frequentie-effecten in aardappelen komen naar voren *Verticillium dahliae* en andere schadelijke micro-organismen. Uit kunstmatige infectieproeven in Zuidelijk Flevoland konden met *Verticillium dahliae* opbrengstdervingen van 0-10% worden gerealiseerd (onderzoek SVP). Ook op De Schreef speelt *Verticillium* een belangrijke rol (onderzoek vakgroep Fytopathologie van de Landbouwuniversiteit). In een vruchtwisselingsproef op lichte zandgrond traden in nauwe rotaties ook al vroeg in het groeiseizoen opbrengstdalingen op die waarschijnlijk niet aan *V. dahliae* kunnen worden toegeschreven (Scholte, persoonlijke mededeling). Dat er waarschijnlijk ook andere micro-organismen, zoals bacteriën, een rol spelen blijkt uit potproeven van het Fytopathologisch Laboratorium WCS (Schipper et al, 1985 Geels et al 1986). In kortdurende bio-toetsen met aardappelstengelstekken werd de wortelgroei in nauwere bouwplannen sterk geremd. Wellicht dat in natte voorjaren schadelijke bacteriën zoals cyanidevormende *Pseudomonas*-bacteriën een belangrijke rol spelen en in droge, warme zomers *Verticillium dahliae*. Opvallend is de vrij constante opbrengstderving over de jaren heen. Aangezien er slechts geringe verschillen waren in bodemstructuur tussen de bouwplannen, speelt de fysische bodemvruchtbaarheid geen grote rol. Dit

geldt ook voor de chemische bodemvruchtbaarheid.

Bij *suikerbieten* waren de verschillen in suikeropbrengst tot 1979 minimaal tussen de bouwplannen (Lamers 1981). Ook dit komt overeen met het bouwplannenproefveld De Schreef. Na 1979 vond er op de continueelt een opbouw plaats van het bietecysteeltje tot maximale dichtheden. Grondontsmetting voor die tijd had geen invloed gehad op de populatie-opbouw, later kon door grondontsmetting de aanvangspopulatie (Pi) niet tot onder de schadedrempel worden gebracht, ook niet met een drievoudige grondontsmetting (Lamers en De Moel, 1987). De biologische adaptatie op kleigrond vermindert het ontsmettingseffect. Grondontsmetting dient daarom zo weinig mogelijk als voorzorgsmaatregel bij niet-aantoonbare besmettingen te worden gebruikt. Door de grote vermenigvuldigingsfactor is het bietecysteeltje ook een grote bedreiging voor de tweejarige en driejarige rotatie, zodat in deze bouwplannen op den duur schade kan ontstaan. Afgezien van gemiddeld iets lagere opbrengsten (10%) bestaat er bij cystevormende aaltjes de kans op een misoogst (50%, 1983). Dit is een groot risico van nauwe bouwplannen.



"Baardige" suikerbiet, veroorzaakt door het bietecysteeltje.

De oorzaken van de opbrengstdervingen in nauwe bouwplannen liggen vooral op het terrein van de *biologische bodemvruchtbaarheid*. De varianten die in de proef zijn opgenomen liggen op bodemchemisch en bodemfysisch terrein.

Het positieve effect van het rijbanenteeltsysteem en voor een deel ook de organische bemesting ligt in een verhoging van het poriënvolume en luchtgehalte, waardoor onder natte omstandigheden zuurstofgebrek in de wortelzone kan worden voorkomen (Lamers et al, 1986). Ook in ruimere bouwplannen zal daarom het positieve effect van lossegrondsteelt meestal waarneembaar zijn, aangezien de belangrijkste verdichting ontstaat bij de voorjaarsgrondbewerking.

Het cultivateren bleek in deze proef uit oogpunt van aardappelopslagbestrijding niet noodzakelijk te zijn. Het gaf een grotere hoeveelheid grondtara bij de aardappeloogst en belangrijk meer problemen met kleefkruid. Ook kan er eerder verslemping optreden, zoals in het voorjaar van 1979 is gebleken op de continueelt aardappelen en op het rijbanenteeltsysteem (Lamers, 1985).

De economisch optimale N-bemesting is voor de nauwere rotaties nauwelijks veranderd, wellicht door toepassing van de organische bemesting. Zonder organische bemesting moest bij aardappelen gemiddeld 40 kg N/ha meer gegeven worden.

De economische studie uitgevoerd door Preuter (1984) over de jaren 1978 t/m 1982 bracht naar voren, dat het ondernemersoverschot voor de driejarige rotatie het hoogst is. Alleen voor bedrijven kleiner dan 42 ha heeft een tweejarige rotatie zonder champignoncompost hetzelfde rendement als de driejarige rotatie. Een soortgelijke studie over de bouwplannenproef De Schreef leerde, dat een vierjarige rotatie een nog hoger ondernemersoverschot gaf dan de driejarige rotatie (Preuter, 1982).

Conclusie

Gerelateerd aan een driejarige rotatie suikerbieten - wintertarwe (+ grasgroenbemester) - aardappelen waren de opbrengsten van aardappelen en suikerbieten in een tweejarige rotatie met grondontsmetting en organische bemesting slechts met 1% gedaald, terwijl in de continueelt aardappelen gemiddeld 18% lagere en in de continueelt suikerbieten 19% lagere opbrengsten werden behaald. Ook de kwaliteit van het geogste produkt was afgenomen. De oorzaken waren voornamelijk van biologische oorsprong, waardoor de positieve invloed van in de proef opgenomen grondbewerkings- en bemestingsvarianten beperkt bleef tot minder dan 5% opbrengst.

Samenvatting

Op jonge poldergrond ($\pm 35\%$ afslibbaar) werden van 1973 tot en met 1984 een aantal zeer nauwe rotaties met aardappelen en suikerbieten vergeleken (vruchtwisselingsproef PAGV1). Behalve opbrengst en kwaliteit van de gewassen werden de bodemvruchtbaarheid en de bodemgezondheid bestudeerd. Ten opzichte van de driejarige rotatie suikerbieten - wintertarwe + - aardappelen, gaf een tweejarige rotatie aardappelen - suikerbieten slechts 1% lagere opbrengsten te zien, terwijl de continueelt van aardappelen leidde tot 18% lagere en de continueelt suikerbieten tot gemiddeld 19% lagere opbrengsten. De continueelt van suikerbieten gaf als gevolg van de aantasting door het bietecysteeltje in sommige jaren een grote opbrengstderving te zien. Oorzaken van de achteruitgang in de aardappelopbrengst moeten gezocht worden bij de schimmel *Verticillium dahliae* al dan niet in combinatie met andere schadelijke micro-organismen. De kwaliteit van het geogste produkt nam af, zoals bij aardappelen meer uitval, de sortering groter dan

55 mm, het onderwatergewicht en bij suikerbieten het suikergehalte.

De in de tweejarige rotatie opgenomen grondbewerkingsvarianten zoals het rijbanenteeltsysteem en de jaarlijkse organische bemesting deden de aardappelopbrengst met respectievelijk 5 en 4% stijgen. Cultivateren gaf geen verbetering in opbrengst en ook niet in de bestrijding van aardappelopslag. De grondontsmetting bleek de eerste besmettingen met cysteaaltjes niet uit te kunnen stellen. Zelfs met een drievoudige grondontsmetting trad er nog schade op in de continueelt suikerbieten.

Literatuur

- Burrough, P.A. (1981). The spatial variability of the soil of the trialfield PAGV1 at Lelystad. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, rapport nr. 1607, 31 pp.
- Geels, F.P., J.G. Lamers, O. Hoekstra, B. Schippers. Potato plant response to seed tuber bacterization in the field in various rotations. *Neth. J.Pl. Path.* 92(1986) 257-272.
- Hoekstra, O. (1981) 15 jaar De Schreef, PAGV-Lelystad, publikatie nr. 11, pp. 93.
- Lamers, J.G. (1981). Continueelt en nauwe rotaties van

- aardappelen en suikerbieten, PAGV-Lelystad, publikatie nr. 12, pp. 65.
- Lamers, J.G. Soil slaking and the possibilities to record with infrared line scanning. *Int. J. Remote Sensing* 6 (1985), 153-165.
- Lamers, J.G., C. De Moel. Populatie-ontwikkeling van *Heterodera schachtii* en de optredende schade bij continueelt van suikerbieten. *Gewasbescherming* 1987, in druk.
- Lamers, J.G. en U.D. Perdok. Het rijbanenteeltsysteem. *Bedrijfsontwikkeling*, 13(1982) 381-395.
- Lamers, J.G., U.D. Perdok, L.M. Lumkes, J.J. Klooster. Controlled traffic farming systems in the Netherlands. *Soil Tillage Res.* 8(1986) 65-76.
- Preuter, H. (1976). Bedrijfseconomische evaluatie van de intensiteit van het grondgebruik op 'De Schreef'. PAGV-Lelystad. Rapport nr. 31, pp. 35.
- Preuter, H. (1982). Bedrijfseconomische evaluatie over 1975 t/m 1980 van de intensiteit van het grondgebruik op 'De Schreef', PAGV-Lelystad, Verslag nr. 3, pp. 45.
- Preuter, H. (1984). Rendabiliteit van continueelt en nauwe rotaties van aardappelen en suikerbieten op het proefveld PAGV1 (1978 t/m 1982). PAGV-Lelystad, Verslag 18, pp. 30.
- Schippers, B., F.P. Geels, O. Hoekstra, J.G. Lamers, C.A.A.A. Maenhout, K. Scholte (1985). Yield depressions in narrow rotations caused by unknown microbial factors and their suppression by selected pseudomonads. In Parker, C.A., Rovira A.D., More K.J., Wong P.T.W. en Kollmorgen J.F. Ecology and management of soilborne plant pathogens. *The American Phythological Society*, St. Paul, pp. 127-130.

Bouwplanvergelijking 1975-1985; 66% ten opzichte van 100% rooivruchten

A.H.J. Rops, ROC "De Waag"
projectnr. KL 217

In het westen van de Noordoostpolder ging men in de jaren rond 1970 het bouwplan steeds verder intensiveren. Aangezien dit de nodige vragen oproep, heeft dit in 1975 geleid tot het aanleggen van een proef waarin twee bouwplannen met elkaar werden vergeleken. Het betrof hier een

bouwplan met 100% rooivruchten ten opzichte van een bouwplan met 66% rooivruchten aangevuld met een kunstweide. In deze proef zou in het bijzonder aandacht besteed worden aan de opbrengst en aan eventuele ziekten en gebreksverschijnselen.

De proef is aangelegd op een lichte zavelgrond met 7% afslibbare delen en circa 1,7% organische stof.