

# De invloed van leguminozen als voorvrucht voor aardappelen en de betekenis van *Verticillium dahliae* en andere bodempathogenen

*The influence of leguminous preceding crops on the yield of potatoes and the incidence of *Verticillium dahliae* and other soil-born pathogens*

ir. J.G. Lamers, PAGV

## Inleiding

In de proef PAGV 450 werden zes gewassen, waaronder drie peulvruchten, geteeld in continueelt en ook in afwisseling met elkaar (Huiskamp en Lamers, 1992). Daar deze proef na twaalf jaar in 1990 zou worden beëindigd, diende de mogelijkheid van afbouw zich aan. Eén vraagstelling zou in het elfde en twaalfde jaar onderzocht kunnen worden, namelijk bouwen leguminozen als voorvrucht voor aardappelen *Verticillium dahliae* op. Op het proefveld 'De Schreef' had Hoekstra (1989) aangegeven, dat lagere opbrengsten van aardappelen na erwten of luzerne waarschijnlijk veroorzaakt werden door *V. dahliae*. Om dit te onderzoeken, werd het testgewas aardappelen twee jaar na alle gewassen in continueelt of in rotatie geteeld en de aantasting gescoord.

## Materiaal en methode

De proef bestond uit een noordelijk gedeelte met de zes gewassen in zes permanente blokken naast elkaar en een zuidelijk gedeelte met dezelfde gewassen in afwisseling naast elkaar. De vruchtopvolgving van de gewassen in rotatie was: veldbonen - vlas - erwten - snijmaïs - bruine bonen - zaaiuien. Deze rotatie was vanaf het zevende jaar van de proef aangelegd. Daarvóór werd 12 jaar een driejarige rotatie van aardappelen - suikerbieten - wintertarwe met grasgroenbemestingsgewas aangehouden. Met uitzondering van erwten en aardappelen hadden de zes gewassen sinds het in cultuur nemen (1971) nooit eerder op het proefveld gestaan.

Op deze twaalf blokken van ieder 50 x 45 meter werden stroken van drie meter breed beteeld met aardappelen van het ras Bintje. Deze stroken werden opgedeeld in drie herhalingen. Het gewas aardappe-

len werd geteeld zoals in de praktijk gebruikelijk. Per blok werd in het voorjaar de hoeveelheid N-mineraal bepaald en op basis hiervan de N-gift vastgesteld.

Lichtinterceptiemetingen werden uitgevoerd met een lichtstok van 0,75 meter, die gevoelig is voor het fotosynthetische actieve (PAR) licht. Eén lichtstok werd onder het gewas gehouden, de andere lichtstok stond opgesteld aan de hoek van het veld en mat het inkomende PAR-licht. Door middel van telemetrie stonden de twee stokken in contact met elkaar en kon gelijktijdig het inkomende en het door het gewas gaande licht worden gemeten. Minimaal werden tien metingen per strook uitgevoerd.

Alleen in het eerste jaar van de afbouwproef werden de ziekte waarnemingen in vijfvoud uitgevoerd en de bepalingen van de doorwas in tweevoud. Alle andere bepalingen werden in drievoud uitgevoerd.

De *Verticillium*-aantasting van het gewas werd eind juni/begin juli vastgesteld aan tien stengels per herhaling (50 stengels per strook) in het eerste jaar en 20 stengels per herhaling in het tweede jaar (60 stengels per strook). De stengels werden één minuut ontsmet in chloor-bleek-loog. Twee stukjes van 3 cm lengte werden overlans doorgesneden en in de lengte met het snijvlak naar beneden op de NPX-agarbodem uitgelegd. Na ongeveer vijf dagen werd met een pincet schimmelgroei veelal aan het eind van de stengel verwijderd en op een PDA-bodem geënt. De NPX-schalen stonden in een broedstoof bij 20°C en de PDA-schalen bij kamertemperatuur. Vele weken werden de schalen beoordeeld op uitgroei van schimmels.

De *Verticillium*-aantasting werd ook aan het eind van het seizoen beoordeeld aan 20 stengels per herhaling in het eerste jaar en dertig per herhaling in het tweede jaar. Deze stengels waren nog groen en verzameld vóór het doodspuiten. De onderste 50 cm van de stengels werden buiten weggelegd onder een

overkapping. Er waren ook stengels verzameld na het doodspuiten, die een veel hoger niveau van besmetting lieten zien. Deze gegevens zijn niet weergegeven. De mate van rattekeutelziekte was relatief laag, omdat alleen de onderste 50 cm van de stengel gescoord is op de aanwezigheid van rattekeutelsymptomen.

De Rhizoctonia-stengelaantasting is in juli van het tweede jaar bepaald aan 20 stengels per herhaling van de continueelt blokken. De lakschurftbezetting is van alle velden bepaald door aan 100 knollen de mate van lakschurftbezetting te scoren in vijf klassen en deze om te rekenen naar een index. De mate van netschurft-aantasting is aan dezelfde knollen bepaald, ingedeeld in vier klassen en ook in een index omgerekend.

## Resultaten

### Groei aardappelen

In het eerste jaar groeiden de aardappelen na de voorvruchten ui en maïs in continueelt minder snel uit, waardoor het land later dicht was (tabel 21). Dit had tot gevolg, dat er meer doorwas optrad na deze

voorvruchten en bijgevolg het land langer groen bleef. De opbrengst werd vooral beïnvloed door de beginontwikkeling, waardoor na bruine boon, vlas en erwten de hoogste netto opbrengsten gerealiseerd werden. De opbrengst na ui, maar vooral na maïs bleef achter. De oorzaak voor de trage beginontwikkeling bleek de bodemstructuur te zijn ( $r=-0.91$ ). De hoeveelheid grondtarra (kluiten) was aanzienlijk. De trage gewasontwikkeling leidde tot meer doorwas, die het gewas langer groen hield. De doorwasknollen waren goede intacte knollen (ketting), waarvan de hoeveelheid in het veld voor de oogst bepaald was. Na veldbonen was de opbrengst 11% lager. Hoewel de aardappelen na veldboon in beginontwikkeling niet veel achterbleven bij de aardappelen na erwten, was het gewas aan het eind van het seizoen duidelijk veel eerder afgestorven.

De opbrengst na de diverse gewassen in rotatie bleef in het algemeen ver achter bij die in continueelt. Na maïs werd de laagste opbrengst gemeten, na erwten en ui de hoogste opbrengst. Een goede beginontwikkeling leidde tot de hoogste opbrengst, eventueel nog bevorderd door een goede grondbedekking aan het eind van het seizoen.

In het tweede jaar was de opbrengst na continueelt van bruine boon opnieuw het hoogst. Ook nu bleef

**Tabel 21.** De relatieve netto opbrengst in het eerste jaar (100 = 62.6 ton per ha) en het tweede jaar (100 = 54.2 ton per ha), de lichtinterceptie in het fotosynthetisch actieve licht, de hoeveelheid tarra (ton per ha) en de hoeveelheid doorwasknollen per 1,5 m<sup>2</sup>. Waarnemingen in aardappelen na diverse voorvruchten in continueelt of in rotatie.

	netto opbrengst		lichtinterceptie voor- en najaar		grondtarra		doorwas		
	jaar 1	jaar 2	juni j1	juni j2	aug. j1	aug. j2	jaar 1	jaar 2	jaar 1
<b>CONTINUEELT</b>									
erwt	99	83	74	89	73	27	8	22	2
ui	96	88	57	87	75	27	22	14	6
bruine boon	100	100	81	90	29	23	8	11	0
vlas	98	85	75	89	54	8	7	6	0
veldboon	89	93	66	86	26	40	11	21	2
maïs	85	88	56	82	67	45	26	14	3
<b>ROTATIE</b>									
erwt	84	91	76	89	13	1	8	12	1
ui	85	74	70	89	51	5	16	13	1
bruine boon	81	99	57	86	26	1	22	11	0
vlas	81	81	72	90	18	4	10	24	0
veldboon	80	100	57	88	50	2	21	11	1
maïs	77	85	63	90	13	3	12	15	0
LSD	5	5					5	7	

de opbrengst na veldbonen achter (7%), maar dit was nog meer het geval voor de andere voorvruchten. Een voorspoedige beginontwikkeling bleek ook dit jaar erg belangrijk te zijn voor de eindopbrengst. Alleen de goede beginontwikkeling na erwten en vlas kwam niet terug in een goede opbrengst. Na vlas waren de aardappelen snel afgestorven. Dit gold ook voor alle voorvruchten in rotatie. De beginontwikkeling van aardappelen na continueelt van maïs viel dit tweede jaar wederom tegen.

## Ziekteverloop

Uit de ziekte scores bleek, dat *V. dahliae* in beide jaren op het continueeltgedeelte al in juli in een hogere mate oprad na veldbonen, dan na de andere gewassen (tabel 22). Dit bleek ook aan het eind van het seizoen nog zo te zijn. Na erwten was de aantasting enigszins verhoogd, of vroeg in het seizoen meetbaar of aan het eind van het seizoen. De voorvruchten in rotatie hadden altijd een hoge aantasting door *V. dahliae* en waren in het algemeen eerder afgestorven. In het eerste jaar was er een betrouwbare correlatie tussen de verticillium-aantasting en de netto opbrengst ( $r=-0.74$ ). De *V. albo-atrum* aantasting bleek in beide jaren zowel vroeg in het sei-

zoen als aan het eind van het seizoen na vlas duidelijk toegenomen te zijn. De aantasting door *V. tricornis* trad in het eerste jaar niet op en was in het tweede jaar na het gewas ui het hoogst (45%) en na veldbonen en maïs het laagst (8%).

De aanwezigheid van rattekeutels in de aardappelstengels als gevolg van *Sclerotinia sclerotiorum* aantasting was in het eerste jaar hoger na veldbonen (5%) dan na de andere gewassen; in het tweede jaar was deze hoger na ui, erwten en vlas (13%) en het laagst na veldbonen. Uit correlatieberekeningen bleek, dat alleen in het tweede jaar de rattekeutel-aantasting betrouwbaar gecorreleerd was met de netto opbrengst ( $r=-0.57$ ). De bezetting van de knollen met lakschurft veroorzaakt door *Rhizoctonia solani* was in beide jaren erg laag.

In het eerste jaar was deze na vlas relatief iets hoger en in het tweede jaar na maïs. De stengelaantasting was toen na maïs ook al iets hoger geweest. De aantasting door netschurft was over de gehele proef vrij hoog, maar was niet gecorreleerd met de opbrengst. Zo ook werden er nauwelijks *Pratylenchus neglectus*-aaltjes gevonden, die een aantasting door *Verticillium* zouden kunnen verergeren.

**Tabel 22.** De *Verticillium dahliae*-aantasting begin juli en september, de *V. albo-atrum*-aantasting begin juli en september, de *V. tricornis*-aantasting in juli van het tweede jaar, en het percentage aardappelstengels met rattekeutels van *S. sclerotiorum* in september, geteeld na diverse voorvruchten in continueelt of in rotatie.

	<i>Verticillium dahliae</i>				<i>Verticillium albo-atrum</i>				<i>V. tricornis</i>	<i>S. sclerotiorum</i>	
	jul. j1	jul. j2	sep. j1	sep. j2	jul. j1	jul. j2	sep. j1	sep. j2	jul. j2	sep. j1	sep. j2
<b>CONTINUEELT</b>											
erwt	44	12	6	36	14	13	0	10	28	1	13
ui	-	7	0	12	-	23	2	14	45	1	14
bruine boon	8	0	4	33	6	23	5	16	23	3	8
vlas	0	15	4	10	30	33	16	48	32	1	12
veldboon	84	22	23	60	15	17	1	3	8	5	2
maïs	10	5	0	16	2	7	3	13	8	1	9
<b>ROTATIE</b>											
erwt	-	-	43	93	-	-	2	0	-	6	6
ui	-	-	18	79	-	-	4	9	-	8	11
bruine boon	-	-	30	91	-	-	3	0	-	3	4
vlas	-	-	50	92	-	-	1	1	-	3	7
veldboon	-	-	18	88	-	-	8	8	-	2	3
maïs	-	-	41	86	-	-	2	0	-	0	6
LSD	17	17	15	20	18	24	5	15		5	9

## Discussie

Uit de waarnemingen blijkt, dat *V. dahliae* zich niet kan vermeerderen op alle leguminozen in dezelfde mate. Het testgewas aardappelen werd in beide jaren in grote mate aangetast na 10 of 11 jaar continueelt van veldbonen. In mindere mate trad aantasting op na erwten. Aannemende dat er evenwicht is in de vermeerdering en afbraak van de microsclerotien van verticillium, betekent dit dat erwten een minder goed waardgewas is dan veldbonen. De leguminoze bruine bonen gaven helemaal geen vermeerdering van *V. dahliae* te zien. Het blok met de voorvruchten in rotatie was zwaar aangetast. Vijf jaar voorafgaande aan deze proef had hier een driejarige rotatie met aardappelen gelegen. Het besmettingsniveau met *V. dahliae* was daarom hier nog zo hoog. De eenmalige teelt van veldbonen bleek nu als voorvrucht niet tot een hogere aantasting te leiden. Dat *V. dahliae* in het eerste jaar van de afbouwproef schade heeft gegeven, kan worden afgeleid uit de betrouwbare correlatie met de opbrengst en uit de versnelde afsterving na continueelt veldbonen ondanks een wat latere start van het gewas. Het opvallende is dat een jaar later het gewas na continueelt veldbonen ondanks een hoge aantasting ten opzichte van andere voorvruchten in continueelt toch lang groen bleef en dat er geen correlatie was met de opbrengst. Uit onderzoek van Wander e.a. (1992), bleek dat in het Zuidwesten de opbrengst van aardappelen na erwten met wel 7% achterblijft, net als op het proefveld van 'De Schreef' (Hoekstra en Lamers, 1993). Ook in het Noordoosten constateerde Wijnholds (1993) een soortgelijk lagere zetmeelopbrengst van aardappelen na erwten.

Het groeiverloop van het aardappelgewas werd het eerste jaar ook in belangrijke mate bepaald door de bodemstructuur, vastgesteld door middel van de hoeveelheid meegeëugste grondtarra. De tragere beginontwikkeling na de continueelt van ui en mais leidde tot doorwas, die het gewas langer groen hield. Deze doorwasknollen waren goede uitgegroeide knollen. De tragere beginontwikkeling na veldbonen leidde weliswaar tot doorwas, maar deze hield het gewas niet langer groen (*V. dahliae*).

De aantasting door *V. albo-atrum* bleek na continueelt vlas consequent hoger te zijn, dan na andere voorvruchten. In het tweede jaar was dit gewas ook

eerder afgestorven en had een relatief lage opbrengst. Na de voorvruchten in rotatie bleef het aantastingsniveau laag, terwijl ook de opbrengst laag bleef. Daarom is het niet waarschijnlijk, dat *V. albo-atrum* de opbrengst belangrijk beïnvloedde. In nog mindere mate geldt dit voor *V. tricorpus*, die slechts in één jaar werd waargenomen en geen relatie vertoonde met de opbrengst. Opgemerkt moet worden, dat het onderscheid tussen *V. dahliae* en *V. tricorpus* op de NPX-agarschaal moeilijk te maken was, zeker waar mengpopulaties leken voor te komen. De relatief hoge aantastingspercentages van *V. albo-atrum* ten opzichte van andere proefnemingen kan het gevolg zijn van de isolatiemethode. Sporen en schimmelweefsel van *V. albo-atrum* zouden op de stengel, die op de NPX-agarplaat ligt, meer tot ontwikkeling komen en bij het afenten op PDA bijgevoel tot een hogere frequentie leiden (persoonlijke mededeling Bollen).

In Nederland wordt van de veronderstelling uitgegaan, dat rattekeutelziekte in consumptie-aardappelen geen schade doet. De eerdere afsterving van het gewas in september leidt nauwelijks tot een lagere produktie. Daarentegen geeft de rattekeutelziekte in pootaardappelen wel schade, doordat verkorting van de groeiperiode in de produktieve zomermaanden plaatsvindt. In het tweede jaar was het gewas eind augustus al afgestorven en de hogere aantastingscijfers voor de rattekeutelziekte kunnen toen wel voor schade hebben gezorgd, zoals blijkt uit de correlatie met de opbrengst. Opvallend is, dat in dat jaar geen schade van de Verticillium-verwelkingsziekte kon worden vastgesteld. De lichtinterceptiemetingen vertoonden geen correlatie met de opbrengst of met de rattekeutelziekte, wel met de Verticillium-verwelkingsziekte. De voorvruchten in continueelt leidden in het eerste jaar tot aantastingsniveau's van rattekeutelziekte, die in het tweede jaar precies andersom waren. Op het moment, dat *Sclerotinia sclerotiorum* zich verspreidt door de lucht zijn invalspooten op de stengel van belang, zoals afgevallen bladeren (snelle afsterving) of geknakte stengels (bij een groen en zwaar gewas). De invalspoot was in de twee jaren wellicht totaal verschillend. Mogelijk dat de aantasting door rattekeutelziekte niet zozeer de afsterving van het blad beïnvloedt, maar wel het transport van de voedingsstoffen naar de knol. De besmettingsbron zou het blok met continueelt van bruine boon

kunnen zijn, aangezien in eerdere jaren alleen hier rattekeutels gevonden werden (Huiskamp en Lamers, 1992). Vanuit dit blok kon besmetting van het hele blok plaatsvinden. De heersende bodembesmetting in de afzonderlijke blokken is op deze korte afstanden dan van gering belang.

Het interpreteren van aantastingscijfers van aardappelen, die op diverse blokken met gewassen in continueelt groeien, en het koppelen aan vermeerderingscijfers of gewasreacties dient met de nodige voorzichtigheid te gebeuren. Uit het onderzoek van Oyarzun e.a. (1994) was gebleken, dat de bodemreceptiviteit (ziektewering) voor bijvoorbeeld twee erwtenpathogenen, namelijk *Thielaviopsis basicola* en *Fusarium solani f.sp. pisi*, aanzienlijk verschilde voor de diverse blokken. Voor het blok met de veldbonen was deze tamelijk hoog, voor die met vlas daarentegen laag. Het erwtenpathogeen *Aphanomyces euteichus* daarentegen, gaf voor alle blokken een hoge bodemreceptiviteit te zien. De continueelten leidden tot een verschillende bodemflora, die een verschillende invloed hebben op gewaspathogenen. Daardoor veranderen de populatiedynamica en de schaderelaties.

Uit onderzoek van Mol (persoonlijke mededeling) bleek bovendien, dat een *V. dahliae*-isolaat, afkomstig van het blok met continueelt van veldbonen, zich qua warmteminnendheid en pathogeniteit onderscheidde van een isolaat afkomstig van aardappelen. Ook dit gegeven houdt in, dat de gegevens met voorzichtigheid geïnterpreteerd moeten worden.

De conclusie die getrokken kan worden, is dat een eenmalige teelt van een waardplant voor *V. dahliae* (veldbonen) op een veld, dat besmet is met dit pathogeen, op dit proefveld niet tot een meetbare verhoging van de aantasting heeft geleid. Meerdere jaren verbouw van waardplanten, zoals veldbonen en erwten, heeft wel tot een hogere aantasting van de verwelkingsziekte geleid. Deze hogere aantasting heeft in één van de twee jaren geleid tot lagere opbrengsten. Bruine bonen, vlas, uien en maïs bouwen geen besmetting met *V. dahliae* op. In één jaar bleek een hogere aantasting met rattekeutelziekte samen te gaan met lagere opbrengsten. Voorvruchten hadden in deze proef geen eenduidige invloed op de mate van rattekeutelaantasting.

## Samenvatting

De invloed van de voorvrucht peulvruchten op de Verticillium-aantasting van het gewas aardappelen werd bestudeerd in de afbouwfase van proef PAGV 450. Hier hadden 10 en 11 jaar lang drie peulvruchten (veldbonen, erwten, bruine bonen) en drie andere gewassen (vlas, maïs, ui) in continueelt gelegen. Op een nabij gelegen strook lagen deze zes gewassen de laatste vier jaar ook in afwisseling met elkaar. Hieraan was een driejarige rotatie met aardappelen vooraf gegaan.

De voorvrucht peulvruchten geteeld in rotatie bleek de hoge *V. dahliae*-aantasting van de aardappelen niet eenduidig te veranderen in tegenstelling tot de strook met de continueelten. Hier bleek, dat de erwten enigszins en de veldbonen in hoge mate hadden geleid tot een hoog besmettingsniveau van de hierna geteelde aardappelen. Dit leidde in het eerste jaar van onderzoek tot een versnelde veroudering van het gewas ten opzichte van voorvruchten met een soortgelijke (vroeg) ontwikkeling van het gewas aardappelen. Opbrengstverschillen correleerden betrouwbaar met de *V. dahliae*-aantasting. Daarentegen trad er geen correlatie op in het tweede jaar van onderzoek. De opbrengstverschillen correleerden in het tweede jaar beter met de mate van rattekeutelaantasting. Deze aantasting bleek niet consequent door de voorvrucht beïnvloed te worden. Dat peulvruchten duidelijk niet identiek reageren, blijkt uit het feit, dat bruine bonen niet tot een hogere Verticillium-aantasting leiden en de hoogste opbrengsten werden gerealiseerd na continueelt van dit gewas.

## Literatuur

Hoekstra, O. Effects of leguminous crops on potato production and on incidence of *Verticillium dahliae* in various crop rotations with potatoes. In Vos, J. e.a. (eds.), Effects of crop rotation on potato production in the temperate zones. Kluwer Ac. Publ., Dordrecht, p. 223-235 (1992).

Hoekstra, O. en J.G. Lamers. 28 jaar De Schreef. PAGV-publicatie nr. 67, 207 p. (1993).

Huiskamp, Th. en J.G. Lamers. Teeltfrequentie-effecten bij erwten, veldbonen, bruine bonen, snijmaïs, vlas en zaaiuien. PAGV-verslag nr. 143, 82 p. (1992).

Oyarzun, P.J., M. Gerlagh en J.C. Zadoks. Exploring factors associated with soil receptivity to some fungal root rot pathogens of peas. In: Oyarzun, P.J., Root rot of peas in the Netherlands; fungal pathogens, inoculum potential and soil receptivity. Proefschrift LUW, Wageningen, p. 165-189 (1994).

Wander, J.G.N., J.G. Lamers en J. Alblas. Voorvruchteffect van droog te oogsten erwten voor consumptie-aardappelen in Zuid-west-Nederland. Jaarboek 1991/1992, PAGV-publikatie nr. 64, p. 313-317 (1992).

Wijnholds, K.H. Effect van braakgewassen op de opbrengst van zetmeelaardappelen. Jaarboek akkerbouw 1992/1993, PAGV-publikatie nr. 70A, p.21-25 (1993).

### **Summary**

*Potatoes were grown after peas, field beans, kidney beans, forage maïs, flax and onions. These crops were grown 10 or 11 years continuously and also during the last 4 or 5 years in rotation with each*

*other. Before this period of 4-5 years with the six crops in rotation, potatoes were cropped in a three year rotation for 12 years.*

*The potatoes were attacked by *V. dahliae* to a high level after the crops in rotation, but not consequently differed for the preceding leguminous crops in the two years. In contrast the preceding leguminous crops in continuous cropping showed in both years low levels of *V. dahliae* after onions, forage maïs, flax and kidney beans, increased levels after peas and high levels after field beans. The *V. dahliae*-incidence correlated well with the yield only in the first year. In the second year yield differences correlated well with the *Sclerotinia sclerotiorum*-incidence. However this disease is more air-borne than soil-borne and no consequent relation with the preceding crop could be found.*