

# Uitgangsmateriaal & veredeling

## Beheersing van zilverschurft bij (biologische) aardappelen

Monique Hospers-Brands (Louis Bolk Instituut, [m.hospers@louisbolk.nl](mailto:m.hospers@louisbolk.nl)) en Kees Bus (PPO-AGV, [kees.bus@wur.nl](mailto:kees.bus@wur.nl))

### Inleiding

Zilverschurft is een knolziekte die zich in haar verschijningsvorm vooral tijdens de bewaring openbaart en ontwikkelt. Als gevolg daarvan vormt zilverschurft een ernstig cosmetisch probleem in zowel poot- als consumptieaardappelen. Zilverschurft wordt veroorzaakt door een schimmel, *Helminthosporium solani*. In de biologische pootgoedsector is op dit moment geen effectieve methode voorhanden om deze infectieroute te voorkomen of te beperken. Om de besmettingpotentie van de moederknollen te reduceren moet de schimmel ofwel tijdens de bewaring worden bestreden, ofwel moet de sporenvorming na het poten worden voorkomen.

### Besmetting

Een besmette moederknol wordt gepoot. De zilverschurft hierop gaat zich uitbreiden. Vanaf mei/juni gaat ze massaal sporuleren, vooral op de rand van de lesies. Deze sporen sterven in de loop van de tijd af ( na 10 weken is nog slechts 1 % in leven). Wat er hierbij precies gebeurt is niet bekend. Waardoor sterven de sporen af? Antagonisten en bodemleven kunnen hierbij een belangrijke rol spelen maar dit is nog nooit onderzocht.

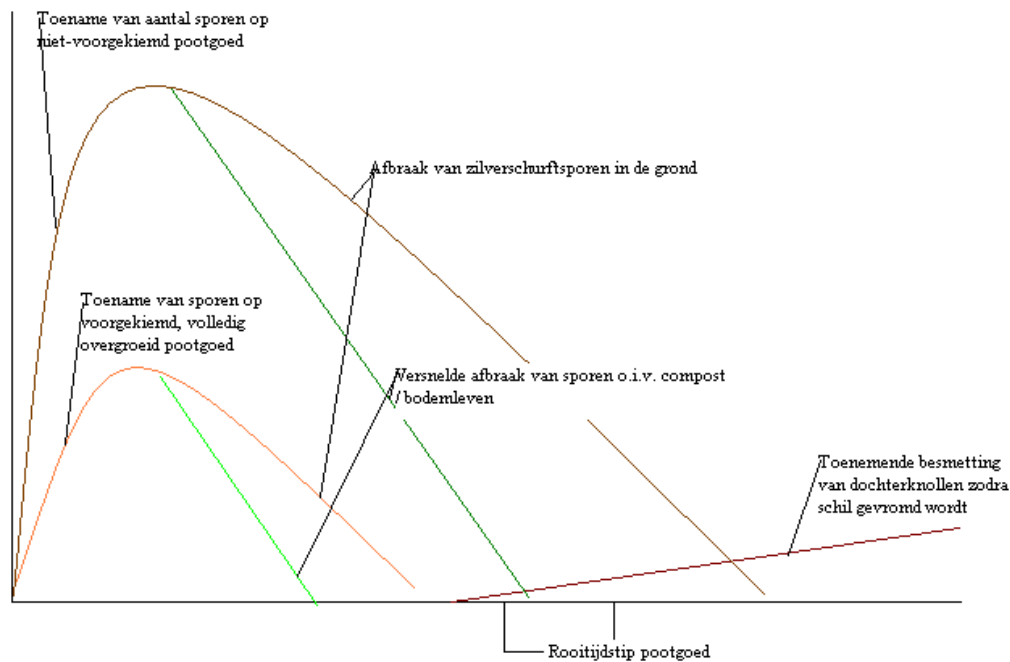
De besmetting van dochterknollen in de grond is zeer beperkt. Pas als de knollen gaan afharden en een echte schil vormen worden ze geïnfecteerd door zilverschurft. Bij het rooien kunnen de dan nog in de grond aanwezige sporen de aardappelen infecteren, en hoe vroeger gerooid wordt des te meer sporen zijn er nog aanwezig. Versnelde afbraak van sporen in de grond zou een belangrijke manier kunnen zijn om schade door zilverschurft te beperken. Versnelde afbraak kan bijvoorbeeld plaatsvinden met behulp van bodemleven of door toepassing van compost.

### Beheersing

Om de besmetting van de te oogsten knollen te reduceren staan drie wegen open: de schimmel tijdens de bewaring bestrijden; de sporenvorming na het poten verminderen, of het natuurlijke afsterven van zilverschurftsporen in de grond stimuleren.

Voor de beheersing van zilverschurft in biologische aardappelen zijn in 2005 – 2007 onderzoeksrichtingen uitgewerkt. Enerzijds werd de sporenproductie op het pootgoed verminderd, door het pootgoed te ontsmetten met biologische middelen of door het poten van pootgoed met een hogere zilverschurftbesmetting. Anderzijds werd de overleving van sporen in de grond bestreden, door de toepassing van verschillende soorten compost.

Daarnaast is nagegaan hoe snel een partij na het rooien droog moet zijn om nieuwe infecties die bij het rooien kunnen ontstaan te voorkomen, en in hoeverre het mogelijk is om (vitale) zilverschurftsporen in de grond geautomatiseerd te tellen, wanneer deze sporen in de grond aanwezig zijn en of *Helminthosporium solani*, de veroorzaker van zilverschurft, ook in de stolonen voorkomt.



Figuur 1. Aantal vitale zilverschurftsporen in de grond tijdens het verloop van het groeiseizoen

### Ontsmetten?

Welke middelen kunnen mogelijk gebruikt worden om pootgoed te ontsmetten? In een literatuuronderzoek is gezocht naar middelen met een potentiële werking tegen zilverschurft, middelen die bij voorkeur voldoen aan de criteria van de huidige biologische teelt. Vervolgens zijn enkele van de meest belovende middelen getest.

De twee methoden die als eerste in aanmerking kwamen voor verder onderzoek omdat ze kans boden op relatief snel resultaat waren: Het vernevelen van organische zouten en zuren en het regelmatig tijdens de bewaarperiode toedienen van etherische oliën zoals tijmolie, karwijolie en knoflookolie.

In het voorjaar van 2006 zijn tijmolie en mierenzuur getoetst. Zowel tijmolie als mierenzuur remden in de toegepaste dosering tijdelijk de sporenvorming en kieming van de zilverschurftsporen. De groei van de lesies werd niet geremd. Na uitpoten in het veld bleek dat de behandelingen die daags voor het poten uitgevoerd waren, tot enige opkomstvertraging leidden als gevolg van kiembeschadiging door de beide middelen. Na de oogst in augustus bleek er geen verschil te zijn tussen behandeld en pootgoed in de zilverschurftbesmetting van de nieuwe knollen.

In 2007 zijn drie etherische oliën tegen zilverschurft getoetst: tijmolie, oregano-olie en knoflookolie, als vervolg op het onderzoek in 2006. Deze middelen zijn behalve als natuurlijk plantaardig product ook als geformuleerd product onderzocht. Pootgoed werd op 21 februari behandeld om het effect van de middelen tijdens de bewaarperiode te toetsen. Daarnaast werd het op de dag van poten behandeld om het effect van de middelen op de gewasgroei en de zilverschurftaantasting van de nateelt na te gaan. De middelen bevatten 5 gram actieve stof per liter en de knollen zijn ermee bevochtigd (ca 50 gram actieve stof per ton pootgoed). De drie geformuleerde etherische oliën gaven een sterkere remming van de zilverschurftgroei tijdens de bewaring, maar ook een sterkere remming van de kieming van de knollen en van de gewasgroei. Het effect was groter, dan dat van de drie niet-geformuleerde oliën en ten opzichte van het niet behandelde object. Van de geformuleerde oliën remde oregano-olie de kieming van de knollen het sterkst. Ook gaf oregano-olie het meeste rot en remde tijdens de bewaring het sterkst de lesiegroei, de sporulatie en de kieming van de sporen. De geformuleerde oregano-olie en ook de geformuleerde tijmolie, toegepast vlak voor het poten, vertraagden ook de opkomst. De aantasting van de nieuwe oogst werd echter niet significant door de middelen beïnvloed.

*De getoetste middelen hadden dus effect op zilverschurft, de geformuleerde middelen meer dan de niet-geformuleerde en van de geformuleerde leek oregano-olie het meest effectief. Echter, ook de opkomst en de gewasgroei werd geremd. Er is meer onderzoek nodig om duidelijk te krijgen welke etherische olie, in welke formulering en dosering en op welke wijze toegepast, als middel tegen zilverschurft voor de biologische aardappelteelt interessant is.*

Tabel 1. Voorbeeld van het effect van etherische oliën op zilverschurft

*In de tweede kolom staat de toename in bedekking met zilverschurft vanaf de behandeling met de middelen op 21 februari tot 26 maart; de derde kolom geeft de mate van sporenvorming van de zilverschurftvlekken weer en de vierde kolom het percentage sporen dat na een dag in water goed kiemde.*

*De lsd ( $p=0,05$ ) geeft het verschil aan waarbij twee waarnemingen binnen een kolom met 95% zekerheid statistisch betrouwbaar zijn.*

Getoetste middelen	% toename in bedekking schiloppervlak	Sporenvorming op 26 maart	% goed gekiemde sporen
tijmolie	16	1,5	44
Geformuleerde tijmolie	9	1,3	36
oregano-olie	8	1,3	47
Geformuleerde oregano-olie	6	0,9	17
knoflookolie	10	1,0	33
Geformuleerde knoflookolie	4	1,4	38
onbehandeld	14	1,4	44
lsd ( $p=0,05$ )	15	0,5	6

## Toepassing van compost?

Toepassing van compost zou het afsterven van zilverschurftsporen kunnen stimuleren, door activering van het bodemleven en door het vrijkomen van stoffen met een anti-schimmelwerking. Deze hypothese is in 2005 en 2006 onderzocht met verschillende typen compost. In 2005 zijn drie soorten compost gebruikt (GFT-, groen- en koolcompost), en in 2006 vier soorten compost (naast de composten van 2005 ook nog een geactiveerde groencompost waaraan twee soorten micro-organismen zijn toegevoegd). Ook werd een controle uitgevoerd (geen compost). De compost is toegediend bij het poten, in een hoeveelheid van 15 ton ds/ha, zodanig dat de poters in een bedje van compost kwamen te liggen. Er is bij de bemesting niet gecorrigeerd voor eventuele verschillen in stikstoflevering tussen de composten.

Helaas bleek dat compost die bij het poten werd toegepast geen gunstig effect had op de zilverschurft op de oogst: bij toepassing van compost was er evenveel, of meer zilverschurft op de oogst aanwezig als zonder compost.

Tabel 2. *Effecten van compost op de zilverschurftbezetting van de dochterknollen in 2006*  
*Als er een gelijke letter achter de getallen staat was het verschil in zilverschurftbesmetting niet significant*

	Geen compost	GFT compost	Groen-compost	Geactiveerde compost	Kool-compost
Broekemahoeve	2,7a	4,0bc	3,2ab	4,6c	3,7abc
Warmonderhof	15.2d	17.8de	20.7e	24.2f	17.1d

*Uit deze resultaten, gecombineerd met wat hierover in de literatuur bekend is, kan worden geconcludeerd dat de toepassing van composten alleen dan een positief effect op de zilverschurftbesmetting van aardappelen zal hebben als met deze composten specifieke antagonisten tegen zilverschurft worden toegediend.*

### Minder sporen gevormd?

Wanneer de moederknol geheel vrij is van zilverschurft, worden er geen nieuwe sporen gevormd en kan ook de nateelt schoon gerooid worden. Dit is via fyto-sanitaire maatregelen te bereiken (beginnen met schone miniknollen en vervolgens iedere besmetting voorkomen), maar het is lastig om dit meerdere jaren achtereen vol te houden.

Als de moederknol voor 100 % overgroeid is met zilverschurft, heeft deze geen 'verse' schil meer om op te sporuleren. De begininfectie wordt daarmee tegengegaan, maar niet geheel voorkomen. Ook zo kan de nateelt schoon (schoner) blijven. Dit is te bereiken door aardappelen enige tijd relatief warm en vochtig te bewaren. Echter: Als zilverschurft zich in de bewaring te vroeg over de knollen uitbreidt gaan deze uitdrogen. Bovendien kunnen de ogen zodanig aangetast worden dat de kieming vermindert. Dat moet vermeden worden.

Zilverschurft vormt sporen aan de rand van de geïnfecteerde vlek. Als een knol geheel overgroeid is met zilverschurft is er geen 'verse' schil meer en worden er minder sporen gevormd. Daardoor zou de infectie van de te oogsten aardappelen minder kunnen zijn. Deze hypothese is in 2006 en 2007 op twee locaties getest: pootgoed met lichte infectie werd gepoot naast pootgoed dat zwaarder besmet was. In alle proeven gaf het zwaarder besmette pootgoed een schonere oogst! In 2007 was de opkomst in de objecten met de hoogste pootgoedbesmetting echter slechter dan in de objecten met de laagste besmetting.

Tabel 3. *Effecten van de besmettingsgraad van het pootgoed op de zilverschurftbezetting van de dochterknollen op de Broekemahoeve in 2007*

Pootgoedbesmetting	hoog	midden	laag
% Zilverschurft op dochterknollen	0.12	0.56	0.60

*Uit deze resultaten, gecombineerd met wat hierover in de literatuur bekend is, kan worden geconcludeerd dat de aantasting door zilverschurft lager kan zijn als zwaarder besmet pootgoed wordt gebruikt, maar dat hieraan voor de praktijk grote risico's zijn verbonden (slechter kiemend pootgoed en daardoor slechtere opkomst). Bovendien is de reductie van de besmetting onvoldoende groot en onvoldoende betrouwbaar.*

### Direct droog na inschuren

Nieuwe knollen kunnen in het veld geïnfecteerd worden. De zichtbare aantasting verloopt vaak heel traag en de eerste maanden na de oogst is er vaak weinig zilverschurft te zien. Ook kunnen knollen tijdens het rooien met sporen besmet worden en vervolgens onder de vochtige en warme omstandigheden in de eerste dagen of weken na inschuren geïnfecteerd raken. Later tijdens het bewaarperiode, vooral als de temperatuur wat oploopt en de knollen regelmatig vochtig zijn als

gevolg van condensproblemen, kan zilverschurft zich sterk uitbreiden. Er vindt sporulatie plaats en wanneer dan geventileerd wordt, kunnen de sporen gemakkelijk door te bewaarplaats verspreid worden. Het is dus belangrijk om een partij na inschuren snel droog te hebben en te houden. Hoe snel moet een partij nu droog zijn? Hierover zijn maar weinig proefgegevens beschikbaar. PPO is dit nagegaan in 2002, door kisten met pootgoed aan de droogwand te zetten op verschillende tijdstippen: direct na de oogst, na 5, na 10 en na 15 dagen. Bij de beoordeling begin december was het verschil tussen meteen drogen (binnen een dag) en na 5 dagen het meest uitgesproken. De verschillen tussen na 5, 10 of 15 dagen beginnen met drogen waren heel gering. De conclusie was daarom dat een partij binnen 5 dagen droog moet zijn om uitbreiding van zilverschurft maximaal te beperken. Het was niet duidelijk waar het kritische punt lag tussen direct drogen en na 5 dagen drogen. Daarom is in 2006 gedroogd direct na het rooien en na 1, 2, 3, 6, 8 en 10 dagen. Twee maanden later zijn de knollen op mate van aantasting met zilverschurft beoordeeld.

Tabel 4. Voorbeeld van de invloed van het droogmoment na de oogst op zilverschurft: de invloed van het aantal dagen vochtige bewaring na de oogst op aantal lesies en mate van bedekking met zilverschurft: proef 2006

Aantal dagen voor drogen	0	1	2	3	6	8	10	I.s.d.
Aantal lesies per knol		1,1	1,2	0,7	0,9	1,0	1,8	0,6
% Bedekking per knol	0,8	1,0	1,1	0,7	0,8	1,1	2,1	0,5

### Vitale zilverschurftsporen in grond tellen?

Voor meer inzicht in de ziekteontwikkeling bij zilverschurft is het belangrijk te weten wanneer de moederknollen zilverschurftsporen vormen, in welke hoeveelheden, hoe lang dit doorgaat en hoe lang deze sporen vitaal blijven. Nagegaan is of de bij Plant Research International (PRI) gebruikte nieuwe techniek met flow cytometrie, waarbij vitale zilverschurftsporen geautomatiseerd in grond geteld kunnen worden, hiertoe gebruikt kon worden.

Detectie, vitaliteitsbepaling en telling van zilverschurftsporen met behulp van flow cytometrie bleek echter niet mogelijk te zijn. De gebruikelijke kleurstoffen voor vitaliteitsanalyse blijken namelijk niet door de wand van de zilverschurftsporen te dringen. Wel komt in de celwanden de fluorescente stof helminthosporine voor die met flow cytometrie kan worden gemeten. Helaas is het signaal hiervan in grond relatief te gering tegen de zeer hoge achtergrondsignalen. Het aantonen van helminthosporine zegt overigens niets over de vitaliteit van de sporen.

### Zilverschurftsporen in grond tellen?

Daarna is geprobeerd op een eenvoudiger wijze de sporen te tellen. In het veld is dit erg moeilijk door wisselende bodemomstandigheden op verschillende momenten na opkomst. Dat levert namelijk verschillen op in aanhangende grond. Bij het uitzeven van de bodemfractie waarin de sporen zitten ontstaat te veel verontreiniging. Hierdoor lukt het niet om betrouwbare tellingen te doen. Daarom is dit in potten met zilverzand en kleikorrels (2-4 mm) gedaan. Het bleek dat zolang de moederknollen van in potten groeiende planten in tact bleven (met water afgespoeld konden worden) de zilverschurftsporen rondom de moederknollen goed te tellen waren. Het aantal gevormde zilverschurftsporen was groot en nam in de onderzochte 8 à 9 weken na opkomst niet duidelijk af. Bij zwaar aangetast pootgoed (gemiddeld 28% schiloppervlak bedekt) ontwikkelden zich minder sporen dan bij minder zwaar aangetast pootgoed (gemiddeld 7% schiloppervlak bedekt) en het aantal sporen leek bij het zwaar aangetaste pootgoed ook eerder af te nemen. De vitaliteit van de sporen is niet onderzocht, wel was na 6 en 9 weken na opkomst (slechts) 5 tot 10% van de sporen wat ingedeukt en minder duidelijk gesegmenteerd. De vitaliteit in deze min of meer steriele grond leek dus niet snel minder te worden.

## Komt zilverschurft ook in de stolonen voor?

Bij zilverschurft ging men er vanuit dat besmetting van de nieuwe generatie plaatsvindt doordat de sporen die ontstaan aan de moederknollen de nieuwe knollen infecteren. Deze sporen moeten dan via water of direct contact de nieuwe knollen bereiken en infecteren. Promotieonderzoek in Göttingen in Duitsland toonde echter onlangs aan dat besmetting ook kan plaatsvinden via de moederknol, kiem, stengel of stolon naar de dochterknollen. Dit resultaat is ook door PRI voor de stolonen nagegaan.

Bij een geavanceerde DNA toets (TaqMan PCR) werd in de meeste monsters inderdaad *Helminthosporium solani* in de stolonen aangetoond. Dit duidt erop dat de nieuwgevormde knollen niet alleen via de sporen in de grond worden besmet maar ook via stengel en stolon. Dit kan ook verklaren waarom de relatie tussen besmetting van de nieuwe oogst en een nat groeiseizoen niet zo duidelijk is en waarom de aantasting wat vaker aan het stoloneinde dan aan het topeinde van de nieuwe knol voorkomt.

## Producten

De resultaten van het onderzoek zijn aan (biologische) aardappeltelers en aan de wetenschappelijke gemeenschap gepresenteerd:

- Hospers-Brands, A.J.T.M. en Tiemens-Hulscher, (2005). **"Control of silver scurf (*Helminthosporium solani*) in organic seed potato production"** Posterpresentatie op de EAPR in Bilbao (juli 2005)
- Bergervoet, J, J. v. d. Wolf, P. v. D. Zouwen & C. v. Tongeren (2006). **Pilot flowcytometrische detectie *Helminthosporium solani***, Plant Research International, januari 2006 3 pp. + Appendix, juli 2006 2 pp.
- Bus C.B. (2006). **Tijmolie en mierenzuur te zwak tegen zilverschurft bij pootaardappelen**. Nieuwsbericht op [www.biokennis.nl](http://www.biokennis.nl), 21 december 2006
- Bus, C.B. , D. Bos & A. Veerman (2006). **Literatuuronderzoek biologische bestrijding zilverschurft**, Projectrapport 510523, PPO, Lelystad, 25 pp.
- Hospers-Brands, A.J.T.M. (2006). **"Carvon kan aantasting zilverschurft en Rhizoctonia niet voorkomen."** WWW.BIOKENNIS.NL
- Hospers-Brands, A.J.T.M. (2006). **Veel zilverschurft in pootgoed geeft minder aantasting in oogst**. WWW.BIOKENNIS.NL
- Hospers-Brands, A.J.T.M., A. Veerman (2006). **"Beheersing van zilverschurft."** " Nieuwsbrief veredeling & Teelt, nr. 5, juli 2006, Louis Bolk Instituut, Driebergen
- Hospers-Brands, A.J.T.M., K. Bus, A. Veerman (2006). **"Onderzoeksbericht Biologische beheersing van zilverschurft."** " Ekoland nr 7/8
- Monique Hospers-Brands en Kees Bus (2006). **"Zilverschurftproeven op de Broekemahoeve"**. Presentatie op de Biologische Velddag op de Broekemahoeve, 7 juli 2006
- Monique Hospers-Brands, Arjan Veerman, Kees Bus (2006) **"Beheersing van zilverschurft"**. Presentatie op de studiedag 'beheersing van ziekten en plagen in de biologische landbouw', PPO-Lelystad, 21 december 2006.
- Kees Bus en Monique Hospers-Brands (2007). **"Onderzoek beheersing zilverschurft 2007"** Posterpresentatie over het lopende zilverschurftonderzoek op de Biologische velddag op de prof. Broekemahoeve (18 juli 2007)
- Kees Bus (2007). **"Zilverschurft vermeerdert zich jaarrond."** Boerderij/Akkerbouw 92 (29 mei 2007), p.18-19.
- Monique Hospers-Brands en Kees Bus (juli 2007) **"Beheersing van Zilverschurft"**, BioKennisbericht no. 5