

Zwarte spikkel; een steeds belangrijker wordende schimmelziekte bij aardappelen die de schilkwaliteit vermindert

Kees Bus, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Sector AGV, Lelystad

Samenvatting

Het toenemende belang van zwarte spikkel wordt vooral veroorzaakt door veranderingen in het consumentengedrag. Door de verkoop van gewassen aardappelen in doorzichtige zakken in de supermarkt is het uiterlijk van de knollen belangrijk geworden. Als de consument de voorkeur geeft aan gewassen aardappelen, zullen de producenten moeten zorgen voor een product met een gaaf uiterlijk om daarmee betere prijzen voor hun product te verkrijgen. Dit betekent dat er geen groene knollen, beschadigingen en aantastingen door *Rhizoctonia*, schurft, zilverschurft en zwarte spikkel zichtbaar mogen zijn.

Tot voor kort dacht men dat zwarte spikkel te bestrijden was door zwarte spikkelvrij pootgoed te gebruiken, maar omdat de gronden waarop aardappelen geteeld worden in steeds grotere mate met deze ziekte besmet zijn, zullen in de toekomst ook andere methoden moeten worden toegepast. Ook moet verder onderzoek plaatsvinden naar de relatie besmetting als gevolg van besmet pootgoed en als gevolg van besmette grond en naar de mate waarin deze beide bijdragen aan de besmetting van de oogst. Het gebruik van moderne gevoelige technieken op basis van zwarte spikkel DNA op pootgoed en in grond kunnen bijdragen aan het beantwoorden van de vraag naar de mate van besmetting. Ze kunnen telers helpen bij het nemen van beslissingen betreffende de keuze van de pootgoedpartij en van de grond om het ziekterisico voor zwarte spikkel te beperken. De huidige rassen hebben maar in beperkte mate resistentie tegen zwarte spikkel en van de verschillen tussen rassen is weinig bekend.

Veel telers en verpakkers worden zich steeds meer bewust van het belang van beheersing van de bewaar temperatuur om de kwaliteit van het product te behouden. Het gevolg hiervan is dat er steeds meer bewaarplaatsen komen met mechanische koeling. Andere mogelijkheden zijn het vroeg oogsten van aardappelgewassen die een grote kans op zwarte spikkel hebben en in gebieden waar de grond besmet is met *Colletotrichum coccodes* (de schimmel die zwarte spikkel veroorzaakt) het aantal jaren vergroten tussen de aardappelteelten met als doel het besmettingsniveau te verlagen. Als meest effectieve maatregelen worden genoemd de keuze van het ras en toepassing van azoxystrobine (Amistar) bij het poten.

Inleiding

De laatste jaren is zwarte spikkel een economisch belangrijkere ziekte geworden in aardappel. De ziekte wordt gekenmerkt door bruine necrotische vlekken op het schiloppervlak van aardappelknollen met in die vlekken kleine zwarte microsclerotia. Deze symptomen verminderen de schilkwaliteit. De schilkwaliteit is belangrijk als aardappelen worden afgezet als gewassen voorverpakte aardappelen in doorzichtige zakken in het luxere marktsegment. Vooral dan is ook het uiterlijk belangrijk. Behalve voor een vlekkerig uiterlijk van de knollen zorgt zwarte spikkel ook voor symptomen aan stengels en blad wat in sommige landen bij vatbare rassen tot opbrengstverliezen tot 30% leidt. Het hoort dan tot het complex van ziekten die voor vervroegde afsterving leidt waarbij ook aaltjes en *Verticillium dahliae* betrokken zijn. In het verleden is de aanwezigheid en de mate waarin zwarte spikkel de groei van aardappelen beïnvloedde waarschijnlijk onderschat, doordat de knolsymptomen dikwijls werden aangezien voor die van zilverschurft. Zwarte spikkel blijft zowel op de knollen als in de grond over en beheersing van de ziekte was tot voor kort moeilijk omdat er maar weinig mogelijkheden waren om de ziekte te beheersen en omdat er maar in beperkte mate resistentie aanwezig is in de gangbare rassen. Tot voor kort waren cultuurmaatregelen, zoals een

ruime vruchtwisseling en vroeg rooien, de enige mogelijkheid om de ziekte te beheersen. Sinds kort worden snelle en specifieke op PCR gebaseerde methoden ontwikkeld om epidemiologische vragen te beantwoorden en om vast te stellen of de besmetting van de grond met *C. coccodes* zodanig hoog is dat de ziekte een probleem kan vormen. En met de komst van het fungicide azoxystrobine dat volvelds voor het poten kan worden toegepast of tijdens het poten in de rij, bestaat nu een mogelijkheid om knolaantasting door zwarte spikkel te beperken.

De ziekte

Symptomen

Zwarte spikkel wordt veroorzaakt door de schimmel *Colletotrichum coccodes*.

Colletotrichum coccodes kan alle ondergrondse delen van de aardappelplant aantasten; dochterknollen, stolonen, wortels en ondergrondse stengeldelen. Alleen onder zeer gunstige omstandigheden ontstaan ook op bovengrondse stengeldelen necrosen en rot. De bladeren worden niet aangetast. Infectie van de knollen leidt tot wat grauwe, op zilverschorft gelijkende lesies (vlekken) op de schil van de knol waarop zwarte microsclerotia (de zwarte spikkels) te zien zijn. Als de schimmel in het veld optreedt, is dit dikwijls op afstervende stengels zichtbaar. De symptomen komen meestal aan het naveleinde van de knol voor en de lesies kunnen er bruin uitzien, met niet scherp begrensde, rafelige, randen. Dit in tegenstelling tot zilverschorft waarbij de vlekken duidelijk zilverschortig zijn met wel duidelijke begrensde randen. Om er zeker van te zijn met welke van de twee ziekten men van doen heeft, is een goede loep of microscoop noodzakelijk. Hiermee kan men de zwarte microsclerotia van zwarte spikkel zien, soms met stekels op de sclerotia, of de sporendragers met sporen van *Helminthosporium solani* (zilverschorft). Bij gevoelige rassen kan de aantasting zich voortzetten in het onderliggende oppervlakkige weefsel waardoor deze oppervlakkig inzinkt en donkerbruin tot zwart verkleurt. Dit is dan pas in het voorjaar te zien en nooit vlak na de oogst. Microsclerotia van *C. coccodes* kunnen ook worden waargenomen op de wortels, stengels en stolonen en kunnen in het veld worden waargenomen vanaf juli. Meestal ontstaan de zwarte spikkels op de knollen pas bij het afsterven van het gewas. Symptomen van zwarte spikkel in het loof, worden vaak met wonden geassocieerd die veroorzaakt zijn door beschadiging door gronddeeltjes, in het bijzonder zand. Ze zien er aanvankelijk uit als waterige vlekken die na verloop van tijd overgaan naar donker bruin en naar zwart. Besmette planten zien er soms verwelkt uit en sterven vervroegd af.

Effecten van de ziekte

Door de vlekken op de schil vermindert de schilkwiteit en kan de partij afgekeurd worden voor de verse markt. Aantasting in het veld kan ook de opbrengst verlagen en tot extra verliezen leiden tijdens de bewaring. Er is vastgesteld dat knollen met meer dan 60% bedekking na 18 weken bewaring 10% van hun oorspronkelijk gewicht verloren hebben terwijl knollen met tot 1% bedekking maar 5% van hun oorspronkelijk gewicht kwijt waren. Dit heeft te maken de beschadiging van de periderm (schil) door deze schimmel. Aangetast schilweefsel wordt waterdoorlatend. Vanuit Nederland zijn geen proeven bekend waarin is aangetoond dat de opbrengst door zwarte spikkel verlaagd werd; wel vanuit de USA en Israël. In de staat Washington kon worden aangetoond dat kunstmatige besmetting van het loof met *C. coccodes*, tot betrouwbare opbrengstverliezen leidde. In het veld werd daar in het ras Russet Burbank in 1991, 1992 en 1993 respectievelijk een 7, 12 en 11% lagere opbrengst vastgesteld. In kasproeven werden opbrengstreducties van 32 en 19% vastgesteld. In Israël werden op een kunstmatig besmette grond in 5 rassen opbrengstreducties van 22-30% vastgesteld. Het kan zijn dat de opbrengstdervingen met het vervroegd afstervingsyndroom te maken hebben waarbij ook *Verticillium dahliae* een rol speelt, al is er ook een onderzoek waaruit bleek dat de opbrengstderving niet vergroot werd door met beide

ziekteverwekkers gelijktijdig te infecteren.

Infectie en symptoomontwikkeling

Alle ondergrondse delen van de aardappelplant zijn vatbaar voor infectie door *C. coccodes*. Zowel als schoon pootgoed wordt geplant in besmette grond als besmet pootgoed in schone grond kan het resultaat zijn dat heel snel alle ondergrondse plantendelen geïnfecteerd zijn. Aangenomen wordt dat dit komt door systemische groei van de schimmel vanuit het besmette pootgoed. Visuele symptomen ontstonden niet binnen 6 tot 8 weken na het poten op respectievelijk stengels en stolonen. En de ernst van de symptomen op de dochterknollen was afhankelijk van de tijdsduur tussen afsterven van het loof en de oogst. De omstandigheden die de ziekteontwikkeling in het veld bevorderen zijn nog onduidelijk. Maar de verspreiding over verschillende geografische breedtes doet vermoeden dat de infectie in het veld onder allerlei omstandigheden kan plaatsvinden.

In in-vitro testen was de optimale temperatuur voor de kieming van de conidiën 22 graden, en groeiden schimmelcultures het snelst tussen 25 en 31 graden. Dit verklaart wellicht waarom aantastingen vooral worden gevonden bij zeer warm, droog weer. *C. Coccodes* kan dus als een zwakteparasiet worden geschouwd. De schimmel komt in een aardappelgewas zeer algemeen voor, maar aanwijsbare schade treedt in een goed groeiend gewas zelden op. Naast aantastingen bij warm weer, zijn er ook beregeningsstudies waar uit kwam dat zwarte spikkel wordt bevorderd door natte bodemomstandigheden.

Verdeling en waardplantreeks

Zwarte spikkel komt op veel plaatsen voor zoals de VS, Europa, Australië en Zuid-Afrika. Dit komt onder andere omdat de lokale rassen vatbaar zijn. In Israël is geïmporteerd Nederlands pootgoed op zwarte spikkel onderzocht. 34% Van de partijen in 1998 was met zwarte spikkel besmet. In het Verenigd Koninkrijk verschilde het voorkomen van zwarte spikkel aanzienlijk tussen de verschillende delen van het land. Het varieerde van 70-100% in het zuidoosten tot heel beperkt in Schotland. Behalve aardappel tast *C. coccodes* ook tomaat aan en allerlei andere kruiden en onkruiden.

De ziekteverwekker

Taxonomie en variabiliteit

Kenmerkend voor de schimmel zijn kleine zwarte regelmatig verdeelde puntjes op het schiloppervlak, die net met het blote oog zichtbaar zijn. Ze worden acervuli (vruchtlichamen) genoemd, en gaan later over in sclerotiën. Sclerotiën zijn dichte schimmeldraadstructuren waarmee de schimmel jarenlang in de grond kan overleven. De microsclerotiën zijn rond tot ovaal en 200-300 µm in diameter. De acervuli komen uit de epidermis te voorschijn. Ze hebben duidelijke stekels; zie ook figuur .. Stekels op de zwarte puntjes zijn kenmerkend voor *Colletotrichum*. In de acervulus worden ook de sporen gevormd (16-24 µm lang en 3-4 µm dik). Het is een ongeslachtelijke vorm van vermeerdering. Er zijn vele isolaten van *C. coccodes* verkregen. Ze variëren in allerlei eigenschappen. Die van tomaat zijn morfologisch niet van die van aardappel te onderscheiden. De conidiën kiemen optimaal bij 22 °C, niet bij 7°C en minder dan 70% kiemt bij 10 en 31°C. In Petri-schalen groeit de schimmel het snelst tussen de 25 en 31°C. En het optimum is 28 °C bij een pH van 6.

Bij het ras Russet Burbank is in het loof een duidelijk verschil in ziekteverwekkend vermogen vastgesteld tussen de verschillende isolaten van *C. Coccodes*. En ook bij knollen en stolonen zijn er aanwijzingen dat de isolaten verschillen in ziekteverwekkend vermogen.

Isolatie, detectie en identificatie

Detectie van *C. coccodes* in plant- en grondmonsters was tot voor kort gebaseerd op isolatietechnieken gevolgd door identificatie van de schimmel op basis van morfologie en gastheerspecialisatie. Dit kostte vrij veel tijd (enkele maanden). Sinds kort kan het ook met behulp van real time PCR, een kwantitatieve detectiemethode die gebaseerd is op zwarte spikkel-DNA. Met deze methode kunnen vanaf 0,12 sclerotia per gram grond worden aangetoond.

Ecologie en epidemiologische consequenties

Canadese onderzoekers zagen al in 1926 dat als aangetaste poters in het veld werden gepoot, de planten zich slecht ontwikkelden en de dochterknollen en stengels ziektesymptomen lieten zien. Werden knollen gepoot met verschil in mate van aantasting dan was de nateelt van de meest aangetaste poters betrouwbaar meer aangetast dan de nateelt van niet aangetast pootgoed. Engelse onderzoekers vonden dat de aantasting op de wortels van normaal pootgoed dubbel zo hoog was dan dat op microknollen. Dit houdt in dat het inoculum vanaf het pootgoed betrouwbaar bijdraagt aan de besmetting van de nieuwe oogst. Aangenomen wordt dat besmet pootgoed een belangrijke oorzaak is van infectie van niet besmette percelen. Zodra een grond besmet is, kan de grond zelf een belangrijke bron van besmetting zijn. De kolonisatie van knollen door *C. coccodes* was in hoge mate gecorreleerd met het aantal conidiën die in de grond werden vastgesteld. Dit suggereert een belangrijke rol voor infecties vanuit de grond. In Idaho kon, in 1988, *C. coccodes* in alle aardappelpercelen worden aangetoond maar niet in percelen waarop nooit aardappelen geteeld waren. Als schoon pootgoed werd gepoot op een kunstmatig met *C. coccodes* besmet perceel, dan waren de dochterknollen betrouwbaar meer met zwarte spikkel besmet dan wanneer ze op een niet besmet perceel werden geteeld. *C. coccodes* kan lange tijd als sclerotia in de grond op de knollen, op gewasresten en los in de grond overleven. In het Verenigd Koninkrijk kon *C. coccodes* nog worden aangetoond op percelen waarop 5, 8 en 13 jaar lang geen aardappelen meer waren geteeld. Dit doet vermoeden dat als een grond eenmaal met zwarte spikkel besmet is, deze in de grond aanwezige schimmel de belangrijkste bron blijft voor verdere besmettingen met zwarte spikkel. In drogere gebieden waar in het begin van het seizoen stofstormen optreden, is de kans groot dat deze *C. coccodes* over grote afstanden verspreiden. Aangetoond kon worden dat als in een perceel ziektevrij pootgoed gepoot werd en er werden gedroogde aangetaste stengels bijgelegd dat de planten vervroegd afstierven en zich sclerotia op de stengels ontwikkelden. Dit betekent dat in potentie gewasresten de ziekte in het gewas kunnen veroorzaken. Maar onduidelijk is hoe lang dit inoculum op plantmateriaal kan overleven en of het een belangrijke bron van inoculum is in een gewasrotatie. Er zijn ook andere gewassen en onkruiden waarop *C. coccodes* kan groeien (Nitzan et al., 2006). Dit zijn onder andere gele mosterd, zomerkoolzaad, sojabonen, lucerne en haver en ook op onkruiden zoals zwarte nachtschade. Deze planten kunnen dus als bron van primaire infectie dienst doen. Nitzan et al, (2006) konden daarentegen geen *C. coccodes* isoleren van tarwe, gerst, rogge en maïs. Zij adviseren daarom tarwe, gerst, maïs of rogge in een vruchtwisseling met aardappelen toe te passen als *C. coccodes* in grote hoeveelheden in de grond voorkomt.

Bestrijding van zwarte spikkel

Teeltmaatregelen

In het algemeen kan een ruimere vruchtwisseling worden gebruikt om het besmettingsniveau van bodemgebonden ziekten te beperken, maar omdat bij zwarte spikkel de microsclerotia zolang in de grond overleven is het effect hiervan beperkt. Ook kan de ziektedruk worden beperkt door andere waardplanten van zwarte spikkel te bestrijden. In Pennsylvania in de USA konden 15 onkruidsoorten besmet worden met *C. coccodes*. Er is meer onderzoek nodig om de rol van onkruiden vast te stellen als inoculumbron voordat beheersingsmaatregelen definitief kunnen worden vastgesteld.

Waarschijnlijk helpt vruchtwisseling ook niet zoveel om de besmetting zwarte spikkel terug te dringen vanwege herbesmetting met de schimmel met pootgoed. Toch kon worden aangetoond dat solarisatie en ploegen de besmetting beperkten. Na 8 weken solarisatie waarbij in de bovenste 5 cm van de grond temperaturen tot 56°C werden bereikt was de aantasting 45% lager. Ploegen tot 30 cm diepte beperkte zwarte spikkel met 34% en was dubbel zo effectief als ploegen tot 60 cm diepte. Omdat de ontwikkeling van zwarte spikkelsymptomen samenhangt met het afsterven van het loof is het waarschijnlijk dat de wijze en het tijdstip van loofvernietiging de aantasting van de knollen met zwarte spikkel beïnvloedt. Vroeg oogsten beperkt ook in het algemeen de mate van aantasting door knolziekten.

Chemische bestrijding

Tot voor kort waren er geen chemische middelen beschikbaar die zwarte spikkel konden bestrijden. In het verleden had de na-oogst-behandeling van het pootgoed met kwik enig effect op zwarte spikkel. Maar deze toepassing is sinds lange tijd verboden. Ook van grondbehandelingen met de zeer giftige stof methylbromide is bekend dat ze iets doen tegen zwarte spikkel. Recent is azoxystrobine in de UK toegelaten ter bestrijding van zwarte spikkel vanuit de grond. Hilton et al. (2005) toonden aan dat een behandeling met azoxystrobine, 0,75 l a.i./ha in 100 liter water, in de pootvoor in vergelijking met onbehandeld, de aantasting met zwarte spikkel betrouwbaar verlaagden. In Nederland zijn Amistar en sinds kort Subliem toegelaten ter bestrijding van *Rhizoctonia* in aardappelen. Bij beide middelen wordt genoemd dat zij ook een werking tegen zilverschurft en zwarte spikkel hebben.

Rasresistentie

Er is weinig informatie beschikbaar over van nature voorkomende resistentie tegen zwarte spikkel in gangbare rassen. In de UK en in Frankrijk is vastgesteld dat de vroege rassen vatbaarder zijn dan de latere rassen. In de USA zag men meer symptomen bij dunschillige rassen dan bij de dikschillige (de Russet-types). Russet-types zijn echter niet populair als tafelaardappel in Europa. In Israël werd vastgesteld dat Cara en Nicola minder vatbaar waren dan Alpha, Désirée en Agria. Hilton et al. (2005) noemen het Engelse ras Maris Piper als ras dat gemakkelijk door zwarte spikkel wordt aangetast, Santé als gemiddeld en Saxon als ras dat maar heel beperkt wordt aangetast. In de toekomst zou het begrijpen van de mechanismen die achter de resistentie zitten kunnen helpen bij de productie van rassen met een verbeterde ziekteresistentie.

Bewaarcondities

Direct drogen na inschuren is effectief om de ontwikkeling van zwarte spikkel tijdens de bewaring tegen te gaan. Dit is vooral het geval als de knollen vochtig en behangen met vochtige grond worden ingeschuurd. Worden de aardappelen zodra ze droog zijn zodanig bewaard dat geen condensvorming optreedt, dus optimaal om geen zilverschurft te krijgen, dan kan een hogere aantasting door zwarte spikkel het gevolg zijn. Gesuggereerd wordt dat als zowel zwarte spikkel als zilverschurft in hoge mate aanwezig zijn dat onderlinge competitie tussen de beide ziekteverwekkers, de oorzaak van toename van zwarte spikkel kan zijn. Dit bleek ook uit een onderzoek met imazalil waarbij dit product zilverschurft bestreed en daarmee zwarte spikkel deed uitbreiden.

Literatuur

Hilton, A.J., A.K. Lees, J. Brierely, J. Peters, P. Gladders, N. Bradshaw & S. J. Wale, 2005. Use of integrated control measures to reduce black dot on potatoes where soil is contaminated with *Colletotrichum coccodes*. EAPR Bilbao, July 2005 p. 124-128.
Lees, A. & A.J. Hilton, 2003. Black dot (*Colletotrichum coccodes*): an increasingly

important disease in potato. *Plant Path.* 52, 3-12.

Nitzan, N., B.S. Lucas & B.J. Christ, 2006. Colonization of rotation crops and weeds by the potato black dot pathogen *Colletotrichum coccodes*. *Amer J of Potato Res* 83: 503-507.

Aardappelziektenboek; ziekten, plagen en gebreken. Uitgave Aardappelwereld BV Den Haag, 1994.

Hanse, L., 2006. Schimmelbestrijder verbetert schilkwaliteit, *Aardappelwereld* magazine, febr. 2006, no. 2, p. 19, 21.

Meijering, L. 2006. Verrassend effect op schilkwaliteit. *Boerderij / Akkerbouw* 91, no. 6 (14 maart 2006) p. 14-15.

Radtke, W. & W. Rieckmann, 1990. *Krankheiten und Schädlinge der Kartoffel*. Verlag Th. Mann, Gelsenkirchen-Buer 168 pp.