



Literatuuronderzoek zilverschurft (*Helminthosporium solani*)

Ir. A. Veerman

Onderzoek ten behoeve van het project "Beheersing van zilverschurft (*Helminthosporium solani*) in de teelt en bewaring van poot- en consumptie-aardappelen

© 2001 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project geeft de resultaten weer van het onderzoek dat het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving heeft uitgevoerd in opdracht van:

Hoofdproductschap Akkerbouw (HPA)
Stadhoudersplantsoen 12
2517 JL Den Haag

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector AGV

Adres : Edelhertweg 1, Lelystad
: Postbus 430, 8200 AK Lelystad
Tel. : 0320 - 29 11 11
Fax : 0320 - 23 04 79
E-mail : infoagv@ppo.dlo.nl
Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1 Inleiding.....	4
2 Werkwijze en opzet van het rapport.....	5
3 Zilverschurft.....	6
3.1 Morfologie.....	6
3.2 Ecologie.....	6
3.3 Fysiologie.....	7
3.4 Schade	7
4 Mogelijkheden tot beheersing en bestrijding.....	9
4.1 Stoffen met fungicide of fungistatische werking.....	9
4.1.1 Werkzame stoffen.....	9
4.1.2 Toepassingstechniek.....	10
4.1.3 Toepassingstijdstippen.....	10
4.2 Antagonisten	11
4.3 Aardappelteeltfrequentie en gewasrotatie	11
4.4 Pootgoed.....	11
4.4.1 Sortering.....	11
4.4.2 Mate van aantasting	12
4.4.3 Behandeling met fungiciden	12
4.4.4 Behandeling met warm water.....	12
4.5 Teeltmaatregelen.....	12
4.5.1 Rassenkeuze	12
4.5.2 Bemesting.....	13
4.5.3 Plantdichtheid.....	13
4.5.4 Behandeling van het pootgoed	13
4.5.5 Bodemeigenschappen.....	13
4.5.6 Beregening	14
4.5.7 Loofdoding.....	14
4.5.8 Oogstmethodiek	14
4.6 Bewaring.....	14
4.6.1 Droging.....	14
4.6.2 Temperatuur	14
4.6.3 Luchtvochtigheid.....	15
4.6.4 Condens	15
4.6.5 Strategie.....	15
4.6.6 Outillage	16
4.6.7 Toepassing van fungiciden.....	16
5 Mogelijkheden ter beheersing en bestrijding in de ecologische aardappelteelt.....	17
5.1 Werkzame stoffen.....	17
5.1.1 Toepassing van organische zouten, antagonisten, carvon of een warmwaterbehandeling....	17
5.1.2 Teeltmaatregelen.....	17
5.2 Bewaring.....	18
6 Referenties	19

1 Inleiding

Het aantal klachten dat pootgoedleveranciers uit binnen- en buitenland ontvangen over de bezetting met zilverschurft van het Nederlandse pootgoed is de laatste jaren sterk toegenomen. Dit is enerzijds een gevolg van een kritischer opstelling van de klanten, anderzijds van een feitelijke toename van partijen met een hoge zilverschurftbezetting. Ook speelt zilverschurft in toenemende mate een negatieve rol in de uiterlijke kwaliteit van tafelaardappelen. Het sterk toegenomen gebruik van mechanische koeling is een belangrijk aspect in de waargenomen toenames.

Burke (1938) geeft een kort overzicht van de totstandkoming van de naam zilverschurft (En. silver scurf, Du. Silberschorf, Fa. gale argentée) en schetst de meldingen van de ziekte die begonnen aan het eind van de 19^e eeuw. Meldingen aan het begin van de 20^e eeuw duiden er op dat de ziekte in bijv. Frankrijk algemeen voorkwam. Op dit moment is zilverschurft is een wereldwijd algemeen voorkomende ziekte en door West-Europese auteurs wordt gemeld dat in surveys niet of nauwelijks partijen worden aangetroffen die er vrij van zijn (Baschieri et al; 1999; Nolte et al., 1995; Read et al, 1995). Tsrer et al. (1999) melden dat op 96 % van de door Israël vanuit Noordwest-Europa werden geïmporteerd zilverschurft voorkwam, zonder verschil tussen de landen van herkomst.

Afhandeling van klachten, retourzendingen en leveranties van vervangend pootgoed, alsmede de druk die dit veroorzaakt op het imago van het Nederlandse pootgoed, zetten het rendement van de Nederlandse pootgoedsector onder druk. Hetzelfde geldt voor de Nederlandse tafelaardappelsector.

In een onderzoeksproject is een literatuuronderzoek altijd een zinvolle start. Het inventariseren van wereldwijd reeds beschikbare kennis helpt om praktische en onderzoeksvragen alsmede de onderzoeksaanpak aan te scherpen en onderzoek en voorlichting zo effectief en zo efficiënt mogelijk te laten verlopen.

2 Werkwijze en opzet van het rapport

Voor het literatuuronderzoek is gezocht in de CAB-abstracts vanaf 1972, alsmede in Current Contents van 1998 tot en met 2^e kwartaal 2000 en in de centrale landbouwcatalogus van Agralin. Er is gezocht met behulp van combinaties van de volgende descriptoren: "silver scurf", "helminthosporium", "potato". In het Agralin-bestand van artikelen in Nederlandstalige tijdschriften werd gezocht op de term "zilverschurft". Oudere literatuur werd gevonden in de verwijzingen van de jongere publicaties en met enig grasduinen. In de beschrijving van het literatuuronderzoek is er voor gekozen om het rapport vanuit verschillende invalshoeken toegankelijk te laten zijn, dit komt vooral tot uiting in de namen van de paragrafen in het hoofdstuk "Beheersing en bestrijding". Dit heeft evenwel enige overlap tussen de paragrafen ontstaan is en dat referenties met betrekking tot bepaalde onderwerpen onder meerdere paragrafen kunnen voorkomen.

3 Zilverschurft

3.1 Morfologie

Na kieming van een spore op het knoloppervlak kan infectie zowel via de lenticellen als direct door de schil plaatsvinden (Burke, 1938). Na een geslaagde infectie doorgroeit de schimmel de buitenste cellagen van de knolschil. Vanuit het punt van de infectie doorgroeit de schimmel het schilweefsel (periderm) in alle richtingen waardoor vrijwel ronde laesies ontstaan, zie Figuur 1. Deze laesies krijgen na verloop van enige tijd een zilverachtig uiterlijk doordat lucht ingesloten raakt waar het weefsel in het periderm door de schimmelaantasting te gronde gaat (Heiny & McIntyre, 1983). Bij roodschillige rassen gaat op de aangetaste plaatsen de rode schilkleur vrijwel geheel verloren (Burke, 1938). In en op de buitenste cellagen worden appressoria (ook wel stromata genoemd) gevormd. Dit zijn de bases waarop zich sporendragers (conidiophoren) ontwikkelen die boven het knoloppervlak uitsteken. Aan deze dragers worden de sporen (conidiën) gevormd (Heiny & McIntyre, 1983), zie Figuur 2, het eerst aan de top van de sporendrager (Hunger & McIntyre, 1979). Op het oppervlak waar de schimmel eenmaal heeft gesporuleerd raakt het weefsel min of meer "opgebruikt" en op dit oppervlak vindt later geen of weinig sporulatie meer plaats. De meest uitbundige sporulatie kan dan ook meestal worden aangetroffen aan de randen van de laesies waar de schimmel "vers" weefsel ter beschikking heeft en waar de zilverachtige glans zich nog niet heeft ontwikkeld (Mooij, 1968), zie Figuur 3).

Voor meer gedetailleerde beschrijvingen van de schimmel wordt verwezen naar Burke (1938) en Heiny & McIntyre (1983).

3.2 Ecologie

Zilverschurft is een sterk gespecialiseerde schimmel. Zij wordt aangetroffen op aardappelknollen, maar niet op andere delen van de aardappelplant (Burke, 1938; Schultz, 1916). Merida & Loria (1994) melden dat zilverschurft *in vitro* saprofytisch kan overleven op diverse gewassen en kan sporuleren op verouderende bladeren van luzerne haver, maïs en tarwe, maar de schimmel groeide niet op aardappelbladeren. Bains et al. (1996) slaagden er niet in om op 31 soorten onkruiden en cultuurgewassen (waaronder de meeste door Merida & Loria (1994) beproefde) zilverschurftinfecties tot stand te brengen.

Zilverschurft wordt over het algemeen aangeduid als een knolgebonden ziekte (Jeger et al, 1996;) waarmee wordt bedoeld dat het pootgoed de voornaamste besmettingsbron voor de nateelt is en niet besmetting vanuit de bodem (Dashwood et al., 1992; Hide, 1978; Hide & Read, 1991; Jellis & Taylor, 1977; Mooij, 1968; Santerre, 1966, 1967, 1969).

Firman & Allen (1995b) melden dat van sporen die aan grond werden toegevoegd, na 10 weken minder dan 1 % nog levend was. Onder laboratoriumcondities kon de schimmel op grond en hout resp. 9 en 6 maanden overleven (Frazier et al., 1998). Merida & Loria (1994) melden infectie van de nateelt in een 1 op 1 teelt bij gebruik van pootgoed uit snelle vermeerdering. Resultaten bij een langer interval worden niet vermeld. Bains et al. (1996) melden echter ook tot in 1 op 4 rotatie besmetting vanuit de grond. De vele andere meldingen dat dit niet zo is roepen echter de vraag op of er bij deze laatste auteurs wellicht (kruis)besmetting heeft plaatsgevonden, vooral daar zij ook infectie melden op grond waar nog nooit aardappelen werden verbouwd. Tot op heden zijn er geen publicaties verschenen die bevestigen dat het overleven op onkruiden en andere gewassen of resten daarvan een rol van betekenis speelt en van zilverschurft (in een mate van betekenis) een rotatiegebonden ziekte zouden maken. Ook de vaak sterke reductie van de besmetting van de nateelt door het pootgoed met werkzame fungiciden te behandelen duidt op een relatief grote rol van het pootgoed ten opzichte van de bodem.

De overdracht van de ziekte van moeder- naar dochterknollen vindt plaats door passief transport van sporen. De dochterknollen die tegen of dicht bij de moederknol worden aangelegd worden het eerst aangetast (Jellis & Taylor, 1977). Van Loon (pers. mededeling) vond dat knollen onder in de rug (dus ook

dichter bij de moederknol) vaker waren aangetast dan knollen boven in de rug. Naast de knolgebondenheid wordt zilverschurft bestempeld als een “bewaarziekte” waarmee wordt aangeduid dat tijdens de bewaarperiode een sterke uitbreiding van de ziekte kan plaatsvinden, zowel van het percentage knollen als van het percentage aangetast oppervlak (Jellis & Taylor, 1977; Lennard, 1980; Mooij, 1968). Een andere reden om zilverschurft aan te merken als bewaarziekte is het feit dat er in bewaarplaatsen een “1 op 1 teelt” van aardappelen plaatsvindt. Frazier et al. (1998) toonden aan dat sporen in grondresten en op bouwmaterialen lang genoeg overleven om de tijdsduur tussen het ruimen van de bewaarplaats en het inschuren van de nieuwe oogst te overbruggen. In het geval dat (vrijwel) onaangestaste aardappelen worden ingeschuurd kunnen achtergebleven sporen – die gemakkelijk met ventilatielucht verspreid kunnen worden (Rodriguez et al, 1996) – zorgen voor (een bijdrage aan) infectie van de partij.

3.3 Fysiologie

De optimale temperatuur voor groei van de schimmel is volgens Burke (1938) 24 °C, met weinig verschil met 21 en 27 °C. Bij drie graden werd *in vitro* geen groei waargenomen, de bovengrens lag iets boven de 33 °C. Dezelfde auteur vond op aardappelmonsters bij 3 graden in 42 dagen tijd geen laesiegroei en ook geen nieuwe laesies. Bij 6 graden vond hij groei van laesies en bij 9 graden ook nieuwe infecties. Bij de optimumtemperatuur (optimum 20-25 °C) en hoge luchtvochtigheid (>90 %) breidt de ziekte zich snel uit (Burke, 1938). De sporenvorming kan de laesies of een deel ervan een donkere kleur geven (Mooij, 1968; Hunger & McIntyre, 1979). De hoge luchtvochtigheid is een voorwaarde voor sporenproductie, bij lagere temperatuur dan het optimum verloopt de productie trager. Volgens Hunger & McIntyre waren de eerste sporen bij 20-25 °C en >90 % RV na ongeveer 20 uur gevormd. Recent Schots onderzoek – nog niet gepubliceerd – geeft echter aan dat deze tijd ook veel korter kan zijn wanneer vrij vocht aanwezig is: 1, 2 en 3 uur bij resp. 15, 10 en 5 °C. Volgens Burke (1938) kiemen de sporen onder gunstige omstandigheden binnen 24 uur en zijn na nog eens 24 uur binnengedrongen. Het duurt vervolgens volgens deze auteur minimaal 16 dagen voordat een nieuwe infectie zichtbaar is geworden. Dit laatste stemt overeen met Nederlandse (praktijk)waarnemingen. De sporen van zilverschurft kunnen kiemen en infecteren bij hoge luchtvochtigheid (>90 %), maar doen dat nog veel makkelijker bij de aanwezigheid van vrij water op de knolschil (Burke, 1938; Frazier et al., 1998, Hide & Boorer, 1991). Eerder genoemd ongepubliceerd Schots onderzoek gaf aan dat bij een temperatuur van 5 tot 15 graden en aanwezigheid van vrij vocht infectie plaatsvond in 2 tot 6 uur tijd en de vorming van een laesie (vestiging van de schimmel) in 2 tot 4 uur. Meer nog dan bij hoge luchtvochtigheid kan de schimmel zijn cyclus bij aanwezigheid van vrij vocht dus zeer snel doorlopen.

3.4 Schade

De aantasting van het uiterlijk is voor alle bestemmingen schadelijk, omdat afnemers en eindgebruikers haar ontsierend vinden.

De schade beperkt zich echter niet tot het uiterlijk. Het vochtverlies van de knollen neemt toe naarmate ze zwaarder zijn aangetast, doordat door het beschadigde periderm veel meer verdamping plaatsvindt dan door gezond schilweefsel (Lennard, 1980; Mooij, 1968). De knollen kunnen hierdoor verschrompelen (Mooij, 1968), maar ook kan het vochtverlies bijdragen aan een verminderde vitaliteit van pootgoed (El Immane Collet et al; 1995; Read & Hide, 1984; Wustman & Sinke; 1990) en aan een toenemende blauwgevoeligheid (Meijers, 1964).

Vlekken veroorzaakt door zilverschurft kunnen worden verward met die door zwarte spikkel (*Colletotrichum coccodes*) worden veroorzaakt (Mooij, 1968). Net als zilverschurft groeit deze schimmel in de buitenste cellagen van de schil en ook deze veroorzaakt een verhoogd vochtverlies. Vaak zijn de vlekken wat bruiner of meer bronskleurig dan die van zilverschurft. Als zich op vlekken zwarte spikkel microsclerotieën ontwikkelen is het onderscheid niet moeilijk. De microsclerotieën van zwarte spikkel zijn groter en glanzender dan de appressoria van zilverschurft en zijn met het blote oog te onderscheiden (Figuur 3). Ze staan bovendien min of meer regelmatig op wat grotere onderlinge afstand dan de appressoria van zilverschurft.

Niet altijd zijn er op aantastingen van zwarte spikkel microsclerotiën aanwezig. In dat geval kan de (stereo)microscopie uitkomst bieden. Wanneer er sprake is van zilverschurft dan zijn altijd appressoria en (restanten van) sporendragers te vinden. In het geval van twijfel kan de knol bij ± 20 graden en hoge luchtvochtigheid in het donker worden gelegd. In het geval van zilverschurft zullen zich vooral aan de rand van de laesies de kenmerkende sporendragers en sporen ontwikkelen (Figuur 2).

4 Mogelijkheden tot beheersing en bestrijding

4.1 Stoffen met fungicide of fungistatische werking

De fungiciden worden als eerste besproken, omdat hun gebruik aan de orde komt bij verschillende van de daarna te bespreken schakels van de fysieke keten van pootgoed tot eindproduct.

4.1.1 Werkzame stoffen

In Nederland zijn op dit moment de volgende stoffen toegelaten ter bestrijding van zilverschurft: benomyl, carbendazim, imazalil, thiabendazool, thiofanaat-methyl. Alle behalve imazalil vallen onder de categorie benzimidazolen waartegen zilverschurft gemakkelijk resistentie ontwikkelt, hetgeen overigens ook geldt voor *Fusarium sulfureum*. Vandaar dat het advies in Nederland is om ter bestrijding van deze bewaarziekten geen enkelvoudige middelen meer te gebruiken, maar altijd een imazalil bevattend middel. Voor de stoffen carbendazim en thiofanaat-methyl geldt dat aardappelen die daarmee behandeld zijn niet voor menselijke of dierlijke consumptie mogen worden gebruikt. Hiermee wordt de toepassing bij het inschuren van deze middelen praktisch geproven vrijwel onuitvoerbaar.

De stof mancozeb is toegelaten als ontsmetter van pootgoed en is in staat de bezetting van de nateelt sterk terug te dringen (Bos & Veerman, 2000). Nadeel van deze stof is de verhoudingsgewijs hoge inzet van kilogrammen actieve stof.

Van de beschikbare stoffen is de categorie van de benzimidazolen de bekendste, niet in de laatste plaats vanwege de resistentieontwikkeling van zilverschurft tegen deze categorie. Het optreden van resistentie wordt wereldwijd gemeld (Bains et al., 1996; Carnegie et al., 1994; Hall & Hide, 1994; Hide & Hall, 1993; Hide et al., 1988; Kawchuk et al., 1994; Merida & Loria, 1990 en 1994; Platt, 1997) en kan zeer snel optreden. Hide & Hall (1993) vonden dat na behandeling van het pootgoed met thiabendazool reeds op de nateelt 50 % van de isolaten resistent was, Hall & Hide (1994) vonden 6 weken na toepassing van thiabendazool reeds resistente isolaten.

Van de ook internationaal veel toegepaste en beproefde stof imazalil wordt tot op heden geen melding gemaakt dat ook daartegen resistentie van zilverschurft is opgetreden (Burgess et al., 1993; Carnegie et al., 1998; Carnegie et al., 1994; Cayley, 1983; Hall & Hide, 1992 en 1994; Hide & Hall, 1993; Hide et al., 1994; Ogilvy, 1992)

In de literatuur wordt nog een aantal andere middelen met werkzaamheid tegen zilverschurft gemeld van stoffen die in Nederland geen toelating (meer) hebben: organische kwikverbindingen (o.a. Aardisan) (Mooij, 1968, Hide, 1978); fenpiclonil; 2-aminobutaan; prochloraz en tolclofos-methyl (Carnegie et al., 1998; Denner et al., 1997); captan en fludioxonil (Frazier et al., 1998); tolylfluanide (Wainwright et al, 1996), iprodion (Frisullo et al, 1986) en fuberidazool (Copeland & Logan, 1975).

Secor & Gudmestad (1999) melden een positief effect van het toevoegen van chloordioxide (ClO₂) aan het water in luchtbevochtigingssystemen. In Nederland wordt luchtbevochtiging echter nauwelijks toegepast en vooral voor pootgoed lijkt dat ook geen optie te zijn (zie Bewaring).

Van enkele zouten, waaronder kaliumsorbaat, wordt gemeld dat ze bij toepassing na de oogst de ontwikkeling van laesies en de sporulatie kunnen verminderen (Olivier et al., 1998 en 1999). Ook waterstofperoxide kan de ontwikkeling van zilverschurft remmen (Afek et al., 2001). De toepassing van dit soort stoffen door (soms langdurig) dompelen of het toedienen van veel vloeistof lijkt evenwel niet erg geëigend voor de fasen van inschuren en sorteren, maar meer voor een toepassing voor het poten.

Tot slot zijn er de chemische stoffen van natuurlijke oorsprong. Eén categorie hiervan wordt gevormd door de essentiële oliën waarvan er verschillende – o.a. van knoflook, tijm en pepermunt – een fungicide en kiemremmende werking hebben (Bang, 1995; Vaughn & Spencer, 1991). Belangrijk is echter op dit moment vooral de stof carvon, in Nederland reeds toegelaten als kiemremmingsmiddel in consumptie- en zetmeelaardappelen. Deze stof heeft een fungicide werking tegen zilverschurft (Gorris et al., 1994; Hartmans et al., 1995 en 1997; La Torre et al., 1996; Sigvald, 1995). Op het moment van het schrijven

van dit rapport is er nog geen toelating voor pootaardappelen. Een drempel voor de toepassing op consumptieaardappelen vormen op dit moment nog de kosten, die aanzienlijk hoger zijn dan die van de traditionele kiemremmers die evenwel geen zilverschurft bestrijden. Bij pootaardappelen zal de drempel lager zijn, aangezien op dit moment reeds kosten voor andere fungiciden worden gemaakt en er met carvon een mogelijkheid voor tijdelijke kiemremming komt met grote potentiële kwaliteitsvoordelen.

Naast essentiële oliën kunnen ook andere stoffen in planten worden gevonden met een fungicide werking (Olivier et al., 1999). Deze auteurs suggereren dat deze gewassen wellicht als groenbemester een rol kunnen spelen in de bestrijding van bodemschimmels. Voor een toepassing als productbehandeling moeten deze stoffen qua toelating echter dezelfde weg volgen als synthetische chemische stoffen, terwijl het voor een producent moeilijk is dergelijke producten te beschermen. Ze moeten bovendien in voldoende grote hoeveelheden kunnen worden gewonnen.

4.1.2 Toepassingstechniek

Voor de toepassing van alle toegelaten fungiciden geldt dat ze een contactwerking hebben. Het schimmelweefsel in de schil wordt niet bereikt en dus ook niet gedood. De bestrijding is er in gelegen dat de sporenproductie wordt verminderd doordat sporendragers niet uitgroeien wanneer ze in contact komen met fungicide en dat kiemende sporen die in contact komen met fungicide er niet in slagen te infecteren. Dat de schimmel in het weefsel niet makkelijk te doden is, blijkt uit het feit dat diverse onderzoekers knollen 10 minuten dompelen in calcium-hypochloriet om alle op het oppervlak aanwezige micro-organismen te doden, maar dat zilverschurft in het weefsel hierdoor niet wordt gedood (o.a. Burke, 1938).

Om de contactwerking maximaal te laten zijn, moeten knollen voor 100 % bedekt zijn met fungicide. In de gebruikelijke mechanisatie en bijbehorende capaciteit van de huidige praktijk is dat niet eenvoudig. Ridder (1999) heeft laten zien dat het gerealiseerde bedekkingspercentage na fungicidetoepassing bij het inschuren in de praktijk nog flink tekortschiet. Er zijn evenwel ontwikkelingen gaande om de bedekkingsgraad sterk te verbeteren (Ridder, 1999).

4.1.3 Toepassingstijdstippen

De werking van tegen zilverschurft werkzame middelen is sec niet afhankelijk van het toepassingstijdstip. Wel maken de omstandigheden die met verschillende toepassingstijdstippen gepaard gaan dat de effectiviteit van een behandeling sterk kan verschillen.

Een behandeling bij het inschuren heeft als voordeel dat in potentie de meeste uitbreiding van zilverschurft is te voorkomen. Dit tijdstip heeft als nadeel dat de knollen in meer of mindere mate behangen zijn met grond en daardoor niet het volledige oppervlak kan worden behandeld. Belangrijker is echter dat de over het algemeen grote productstromen het moeilijk maken om tot een technisch volmaakte toepassing te komen. Ook hierdoor schiet vaak de bedekkingsgraad tekort (Ridder, 1999). Een sterk tekortschietende bedekkingsgraad maakt de kans groot dat een latere herhalingsbehandeling noodzakelijk is. Dit maakt het echter niet vanzelfsprekend om van de inschuurbehandeling af te zien, dit moet worden afgewogen tegen het negatieve effect van het niet meer behandelen bij het inschuren. Dit laatste betreft niet alleen zilverschurft, maar ook Fusarium en Phoma.

De toepassing bij het sorteren is in een aantal opzichten eleganter dan die bij het inschuren. In de eerste plaats kan beter worden geselecteerd (bestemming, sortering) welke partijen wel en niet te behandelen. In de tweede plaats kan netto product worden behandeld. Beide aspecten besparen op de inzet van fungiciden. In de derde plaats zal over het algemeen de effectiviteit van de toepassing hoger zijn doordat het product (vrijwel) grondvrij is en doordat de geringere productstromen een technisch optimale toepassing beter haalbaar is, zodat een volledige bedekking van de knollen kan worden bereikt. Omdat de partij tussen inschuren en sorteren niet door een fungicide wordt beschermd, zorgt uitstel van een fungicidetoepassing tot aan het sorteren verhoogt de eisen aan de partij (besmettingsniveaus met zilverschurft, Fusarium en Phoma) en aan de kwaliteit van de bewaaroutrillage en -strategie.

Voor een knolbehandeling kort voor het poten die tot doel heeft de besmetting van de nateelt te verminderen, moet er rekening mee worden gehouden dat niet alle middelen die in de bewaring werkzaam zijn in aanmerking komen voor dit doel. Zie hiervoor behandeling met fungiciden van het pootgoed in het hoofdstuk "Mogelijkheden tot beheersing en bestrijding".

4.2 Antagonisten

Elson et al. (1997) identificeerden *Pseudomonas putida*, *Nocardia globerula* en *Xanthomonas campestris* als organismen die de ontwikkeling van zilverschurft op aardappelknollen konden remmen. De resultaten waren evenwel erg variabel en worden toegeschreven aan o.a. invloeden van fysiologische leeftijd van de knollen en verschillen in vochtigheid tijdens de bewaring.

4.3 Aardappelteeltfrequentie en gewasrotatie

Veel auteurs hebben geconstateerd dat het pootgoed en niet besmetting vanuit de grond de voornaamste bron van besmetting van de aardappelooft is. Ook in nauwe aardappelteeltfrequenties wordt over het algemeen niet of nauwelijks aantasting van de nateelt aangetroffen wanneer zilverschurftvrij pootgoed uit bijvoorbeeld snelle vermeerdering wordt gepoot (Dashwood et al., 1992; Hide, 1978; Hide & Read, 1991; Jellis & Taylor, 1977; Mooij, 1968; Santerre, 1966, 1967, 1969). Merida & Loria (1994) vonden dat zilverschurft in ieder geval één winter konden overleven en in het jaar daarna de nieuwe oogst konden infecteren, een langer interval werd evenwel niet beproefd. De melding van Bains et al. (1996) van aantasting bij ruimere aardappelintervallen en zelfs bij teelt op maagdelijke grond lijkt zich te onttrekken aan deze lijn, wellicht is er sprake van een methodische onvolkomenheid. Secor & Gudmestad (1999) zijn van mening dat overleving in de grond langer dan een jaar niet is aangetoond. In het algemeen worden sterke reducties van de besmetting van de nateelt gevonden wanneer het pootgoed wordt behandeld met een tegen zilverschurft werkzaam fungicide (Burgess et al., 1993; Frazier et al., 1998; Carnegie et al., 1984 en 1994; Hall & Hide, 1992 en 1994; Hide & Hall, 1993; Kawchuk et al., 1994; Mooij, 1957 en 1968; Platt, 1997). Dit blijkt in nauwe rotaties niet minder het geval te zijn dan in ruime. In Nederlands onderzoek in 1999 lagen drie experimenten in een 1 op 4 rotatie en één in een 1 op 2 rotatie. De effectiviteit van de knolbehandeling was op deze laatste locatie even hoog als op de andere drie (Bos & Veerman, 2000), hetgeen er op duidt dat daar geen sprake is geweest van een hogere infectiedruk vanuit de grond. Daarnaast wordt van toediening van fungiciden die als knolbehandeling wel een effect hebben, gemeld dat ze geen effect hebben wanneer ze aan de bodem worden toegediend (Copeland & Logan, 1977). Over de rol van andere gewassen in de overleving van zilverschurft in de grond is betrekkelijk weinig bekend. Bains et al. (1996) slaagden er niet in om op 31 soorten onkruiden en cultuurgewassen (waaronder de meeste door Merida & Loria (1994) beproefde) infecties met zilverschurft tot stand te brengen. Merida & Loria (1994) vonden dat zilverschurft in vitro saprofytisch kan groeien en sporuleren op plantenresten van luzerne haver, maïs en tarwe, maar niet op die van aardappel. Of dit in de praktijk relevantie heeft valt te betwijfelen daar dit soort gewasresten na de teelt van aardappelen nog gedurende een lange tijd niet voorhanden zijn en daar Firman & Allen (1995b) melden dat na 10 weken slechts 1 % van aan grond toegediende sporen nog in leven was. Na toediening van mycelium aan grond in erlenmeyers kon Burke uit kleigrond de schimmel na een maand nog isoleren, uit grond met veel organische stof nog na 9 maanden, daarna niet meer. Uit het voorgaande mag worden geconcludeerd dat de zelfstandige overleving van zilverschurft in de bodem kort is en dat (resten van) andere gewassen dan aardappel geen zodanige rol spelen in de overleving van zilverschurft in de bodem dat de ziekte – zelfs in korte rotaties – in sterke mate een grond- en rotatiegebonden ziekte zou zijn.

4.4 Pootgoed

4.4.1 Sortering

Naarmate grovere poters worden gebruikt kan de nateelt zwaarder besmet worden (Firman & Allen, 1995a; Hide et al, 1994b). Door het grotere oppervlak van de knollen kan er na het poten meer productie van sporen plaatsvinden waardoor er grotere infectiekansen voor de dochterknollen zijn.

4.4.2 Mate van aantasting

Veelvuldig – maar niet altijd - wordt gemeld dat naarmate het schiloppervlak van de poters op het moment van poten in sterkere mate zichtbaar door zilverschurft is aangetast, de nateelt minder besmet raakt (Adams & Hide, 1980; Hide, 1987; Jellis & Taylor, 1977; 1987; Mooij, 1968; Read & Hide, 1984). Het lijkt evenwel niet opportuun er voor te zorgen dat poters op het moment van poten geheel door zilverschurft zijn aangetast en geen sporulatiecapaciteit meer hebben, daar zij dan voor afnemers niet acceptabel zijn en waarschijnlijk teveel van vochtverlies hebben geleden. Het komt in de praktijk dus aan op bescherming van het niet-aangetaste oppervlak en het voorkomen van beschadigingen.

4.4.3 Behandeling met fungiciden

Het poten van door zilverschurft aangetaste knollen is de belangrijkste bron van besmetting voor de nateelt (Dashwood et al., 1992; Hide, 1978; Hide & Read, 1991; Jellis & Taylor, 1977; Mooij, 1968; Santerre, 1966, 1967, 1969). Door pootgoed kort voor het poten met tegen zilverschurft werkzame fungiciden te behandelen, kan de aantasting van de nateelt sterk worden verminderd (Bos & Veerman, 2000; Burgess et al., 1993; Frazier et al., 1998; Carnegie et al., 1984 en 1994; Hall & Hide, 1992 en 1994; Hide & Hall, 1993; Kawchuk et al., 1994; Mooij, 1957 en 1968; Platt, 1997). De stof imazalil is na toepassing bij inschuren of sorteren zeer effectief, echter over de toepassing vlak voor het poten zijn de meldingen niet geheel eenduidig. Bos & Veerman (2000) en Molet & Veret (1997) vonden een minder goede werking bij toepassing vlak voor het poten, mogelijk vermindert het contact met de bodem de werking. Niet duidelijk is in hoeverre dit effect te ondervangen is door de behandeling eerder voor het poten uit te voeren. Een zeer belangrijke melding is die van Hide (1994), hij vond dat na beschadiging van poters vlak voor het poten de nateelt sterker bezet was met zilverschurft. Door de beschadigingen ontstaat onbeschermd weefsel waarop de schimmel zich (verder) kan ontwikkelen. De sporulatiecapaciteit na het poten wordt hierdoor verhoogd, zowel bij wel als niet met fungicide behandelde poters.

4.4.4 Behandeling met warm water

Dashwood et al. (1991) stelden vast dat de ontwikkeling van zilverschurft sterk werd geremd na dompeling van de aardappelen in water van 55 °C gedurende 5 minuten. Ook Hide (1975) meldt remming van de ontwikkeling van zilverschurft door een warmtebehandeling. Een behandeling met heet water werd ook reeds beproefd om er het niveau van bacteriebesmetting mee te verlagen, het blijkt echter moeilijk een dosis warmte te vinden die enerzijds een goede bestrijding van verschillende pathogenen geeft en anderzijds geen rot en verminderde kieming en/of lagere stengelaantallen van pootgoed tot gevolg heeft (o.a. Hide, 1975; Mackay & Shipton, 1983). Proeven door het PPO in 2000 hebben dit nog eens bevestigd (Bos & Veerman, 2001). Het punt van een verminderde kieming behoeft overigens geen bezwaar te zijn voor consumptieaardappelen. Maar ook bij consumptie zijn er grenzen aan de dosis warmte die kan worden gegeven in verband met de ontwikkeling van rot en aantasting van het uiterlijk van de knollen. De toleranties voor de ontwikkeling van rot en aantasting voor het uiterlijk lijken echter wat groter dan voor remming van de kieming.

4.5 Teeltmaatregelen

4.5.1 Rassenkeuze

Verschillende auteurs maken melding van rasverschillen ten aanzien van de aantasting die in het veld ontstaat (Mooij, 1968; Hide et al., 1994b; Merida et al., 1994). Mooij (1968) stelde dat vroegrijpere rassen vatbaarder waren voor zilverschurft. Merida et al. (1994) stellen echter dat de invloed van de vroegrijpheid verloopt via de tijdsduur dat de knollen (tot het moment van oogst) in de grond aanwezig zijn geweest. Een langere blootstelling van de knollen aan het inoculum in de grond verhoogt de kans dat zij worden geïnfecteerd. Merida et al. (1994) stellen dan ook dat een biotoets na de oogst meer geëigend is om verschillen in rasgevoeligheid te toetsen dan veldexperimenten. In het werk van Mooij (1968) waren er

echter ook verschillen tussen rassen met een vergelijkbare vroegrijpheid, zodat er toch ook sprake lijkt te zijn van rasverschil dat niet te maken heeft met de verblijfstijd in de grond. Een complicatie in de beoordeling van de meeste veldonderzoeken is dat bij ras vergelijkingen de beginaantasting van het pootgoed ofwel niet wordt vermeld, ofwel niet duidelijk is welke invloed verschil in beginaantasting heeft gehad op de verschillen die op de nateelt worden aangetroffen.

Kamara (1974) meldt minder gevoeligheid voor zilverschorft naarmate het gehalte van rassen aan peroxidase en polyfenoloxidase hoger was. Rodriguez et al. (1995) melden dat in diverse knoldragende wilde Solanumsoorten resistentie tegen zilverschorft aanwezig is. Inmiddels wordt resistent materiaal in veredelingsprogramma's gebruikt, maar het zal nog een flink aantal jaren duren voordat de eerste rassen met resistentie zullen kunnen worden geïntroduceerd.

Hunger & McIntyre (1979) melden dat rassen die het zogenaamde "russeting" vertonen in mindere mate door zilverschorft werden aangetast dan dunschillige rassen. Dit zou komen doordat de dikkere schil een grotere fysieke barrière voor infectie is. Dit laatste werd echter niet als zodanig vastgesteld. Dezelfde rassen waren overigens ook minder door zwarte spikkel aangetast.

Ook ten aanzien van de uitbreiding van de ziekte tijdens de bewaring worden rasverschillen vermeld. De mate waarin ze tot uiting komen is echter afhankelijk van de bewaarcondities (Meijers, 1973).

De inzet van weinig gevoelige rassen wordt in de literatuur niet vermeld als een effectieve maatregel om zilverschorft te bestrijden. In de huidige Nederlandse praktijk is er sprake van rassen die er bekend om staan gevoelig te zijn voor zilverschorft. Rassen die niet of zeer weinig gevoelig zijn, zijn er echter in het huidige sortiment niet. Dit betekent dat op korte termijn de rassenkeuze een slechts beperkte bijdrage kan leveren aan het beperken van problemen met zilverschorft door in ieder geval niet te kiezen voor de meest gevoelige rassen wanneer andere factoren die zilverschorft bevorderen niet voldoende goed kunnen worden beheerst.

4.5.2 Bemesting

Over de invloed van bemesting op zilverschorft is weinig literatuur. Sandar & Nelson (1968) melden dat stikstof de aantasting door zilverschorft verminderde, maar zeggen ook dat dit waarschijnlijk komt door de verlating van het gewas. Snieg (1992a) meldt dat de plaats in een rotatie van een bekalking geen invloed had op de zilverschorftaantasting en dat ook een bekalking na het aanaarden geen effect had (1992b). Dimitrov (1982) meldt dat hoge bemestingsniveaus weinig invloed hadden op de aantasting door verschillende schimmels, waaronder zilverschorft. Meijers (1964) meldt geen effect van kalium op de zilverschorftaantasting en iets minder aantasting bij 300 ten opzichte van 150 kg stikstof per hectare. Deze stikstofniveaus zijn nog altijd relevant voor de huidige praktijk die geen signalen oplevert dat bemestingsniveaus een rol van betekenis spelen in het optreden van zilverschorft.

4.5.3 Plantdichtheid

Bij een hogere plantdichtheid wordt de potentiële sporenproductie op de moederknollen in de grond vergroot waardoor de aantasting van de nateelt groter wordt (Firman & Allen, 1995a).

4.5.4 Behandeling van het pootgoed

Onder het hoofdstuk "Pootgoed" werd reeds besproken wat de invloed van het pootgoed op de besmetting van de nateelt is en wat de mogelijkheden zijn om deze invloed door behandelingen met fungiciden of warm water te verminderen.

4.5.5 Bodemeigenschappen

Mooij (1968) meldt reeds dat zilverschorft voorkomt op aardappelen die op gronden met uiteenlopende pH en humusgehalten worden verbouwd. De mindere aantasting op zand in vergelijking met klei schreef hij toe aan het grotere vochthoudende vermogen van kleigrond. Een lager aantastingsniveau op zandgrond in vergelijking met kleigrond werd ook recent nog door Bos & Veerman (2000) waargenomen.

4.5.6 Berekening

Daar waar in de literatuur melding wordt gemaakt van een effect van berekening op zilverschurft, is het effect meestal positief (Adams et al, 1987; Firman & Allen, 1993; Hide et al, 1994a en b; Hide, 1987). Hoewel niet concreet vastgesteld is de meest plausibele verklaring dat op de moederknol geproduceerde sporen met het beregeningswater naar beneden spoelen waardoor ze buiten het bereik van de dochterknollen geraken.

In onderzoek van Hide et al. (1994a) deed berekening kort voor de oogst de aantasting van zilverschurft tijdens de bewaring toenemen doordat de aardappelen vochtiger werden ingeschuurd. Dit effect werd overigens niet of nauwelijks gevonden wanneer de knollen na de oogst bij lage luchtvochtigheid werden opgeslagen (=snel werden gedroogd A.V.).

Hide et al, (1994a en b), Adams et al. (1987) vonden bij een afname van de zilverschurftaantasting een gelijktijdige toename van zwarte spikkel. De ontwikkeling van zwarte spikkel wordt door vochtige omstandigheden gestimuleerd. Ook kan er sprake van zijn dat zwarte spikkel meer ruimte krijgt om zich uit te breiden op de knollen, omdat de twee ziekten concurreren om dezelfde ruimte in de knolschil. Dit verschijnsel zou versterkt kunnen worden door een pootgoedbehandeling met fungicide (Adams et al., 1987; Hide et al., 1994c).

4.5.7 Loofdoding

Mooij (1968) vond geen toename van de zilverschurft als gevolg van looftrekken ten opzichte van een natuurlijk afstervend gewas en ook geen verschil in zilverschurftaantasting tussen looftrekken en doodspuiten. Ook Gaucher (1998) vond geen verschil. Firman & Allen (1993) vonden een toename van de zilverschurftaantasting na vroege loofdoding in één van drie jaar onderzoek.

4.5.8 Oogstmethodiek

Firman & Allen (1993) zagen geen praktisch perspectief in twee-fasenoogst om de zilverschurftaantasting te verminderen. Zes uur drogen in het veld leverde slechts een klein en bovendien tussen jaren wisselend effect op, ondanks vergelijkbaar drogende condities. Ook Meijers (1973 en 1975) maakt melding van wisselend resultaat. Uit de resultaten van deze auteurs lijkt te spreken dat een positieve bijdrage mogelijk is, maar dat het de doorslaggevendheid van de rol van de bewaring in de zilverschurftontwikkeling niet of nauwelijks vermindert.

4.6 Bewaring

4.6.1 Droging

In vrijwel alle literatuur wordt benadrukt dat zilverschurft voor wat betreft de uitbreiding van de aantasting op de knollen bij uitstek een bewaarziekte is en dat een zo snel mogelijke droging de uitbreiding van zilverschurft sterk kan beperken. Mooij (1968) liet al zien dat 3 of 4 dagen wachten met ventileren na het inschuren ten opzichte van direct beginnen met drogend ventileren in november – afhankelijk van het jaar – op Eigenheimer 5 à 15 % meer van het knoloppervlak door zilverschurft aangetast was. Uit dit werk is het praktische advies afgeleid de partij binnen een week te drogen om de zilverschurftontwikkeling voldoende te beperken. Dit advies is echter een vuistregel, uit de cijfers kan worden afgeleid dat geldt: hoe sneller droog, hoe minder zilverschurft. Het belang van een snelle droging na de oogst wordt ook veelvuldig in de buitenlandse literatuur vermeld (o.a. Hide & Boorer, 1991; Hide et al., 1994b en c; Pringle & Robinson, 1996)

4.6.2 Temperatuur

De optimale temperatuur voor groei van de schimmel is volgens Burke (1938) 24 °C, met weinig verschil met 21 en 27 °C. Bij drie graden werd *in vitro* geen groei waargenomen, de bovengrens lag iets boven de

33 °C. Dezelfde auteur vond op aardappelmonsters bij 3 graden in 42 dagen tijd geen laesiegroei en ook geen nieuwe laesies. Bij 6 graden vond hij groei van laesies en bij 9 graden ook nieuwe infecties. Lennard (1980) wezenlijke meer aantasting na bewaring bij – een slecht weinig hogere – temperaturen van resp. 4, 5 en 6 °C (alle bij hoge RV).

Dit geeft aan dat het temperatuurbereik zodanig is dat de groei van de schimmel en de kans op nieuwe infecties in een groot deel van het (bewaarseizoen) niet tot nul terug te brengen is. Wel is het zo dat met een verlaging van de gemiddelde bewaar temperatuur de ontwikkeling wordt beperkt. Zo kan het inzetten van mechanische koeling in het najaar, waardoor eerder een lagere temperatuur kan worden bereikt dan met buitenlucht koeling, de ontwikkeling van de zilverschurftindex wezenlijk beperken (Meijers, 1975; Ogilvy, 1992; Cunnington et al., 1992).

4.6.3 Luchtvochtigheid

Een hoge luchtvochtigheid (>90 %) is een voorwaarde voor de productie van sporen en het ontstaan van nieuwe infecties, al worden zowel de sporenproductie (Schots onderzoek, ongepubliceerd) als het ontstaan van nieuwe infecties veel meer gestimuleerd door de aanwezigheid van vrij vocht (Burke, 1938; Frazier et al., 1998, Hide & Boorer, 1991).

Zowel Frazier et al. (1998) als Hide et al. (1994a) vonden aanzienlijk minder aangetast knoloppervlak wanneer direct na de oogst de luchtvochtigheid enkele weken werd verlaagd tot (<80 à 85%). Hieruit spreekt in feite het effect van snel drogen na de oogst.

Het langdurig handhaven van lage luchtvochtigheden heeft zijn beperkingen. In een partij stelt zich immers van nature een hoge luchtvochtigheid in. Er moet dan veel met drogende lucht worden geventileerd. Het middel kan hierbij erger zijn dan de kwaal. Langdurige opslag bij lage luchtvochtigheid levert dan weliswaar minder zilverschurftaantasting op maar meer vochtverlies dan bij een hogere luchtvochtigheid ondanks een hogere zilverschurft aantasting (Lennard, 1980). Het verlagen van de temperatuur is dan ook een bedrijfszekerder middel om de ontwikkeling van zilverschurft te beperken zonder de luchtvochtigheid gedurende lange tijd sterk te moeten verlagen.

Mooij (1968) stelde reeds vast verschillende droogvarianten die na het drogen op dezelfde manier werden bewaard, na het drogen dezelfde procentuele toename optrad. Dit betekent dat de zilverschurftindex niet alleen tijdens het drogen het sterkst toenam bij het slechtst gedroogde product, maar dat ook daarna dit object de grootste toename in index had, ondanks gelijke bewaarcondities na het drogen!

4.6.4 Condens

Vrij vocht op de knollen stimuleert zowel de sporenproductie (Schots onderzoek, ongepubliceerd) als het ontstaan van nieuwe infecties enorm (Burke, 1938; Frazier et al., 1998; Hide & Boorer, 1991). Het is daarom zaak om niet alleen zo snel mogelijk na inschuren te drogen alsook de partij daarna droog te houden (Frazier et al., 1998; Hardy et al., 1997; Meijers, 1972 en 1973)

4.6.5 Strategie

Voor wat betreft de bewaarstrategie kan in het kort worden geconcludeerd dat de geringste zilverschurftaantasting kan worden bereikt door in de eerste plaats te zorgen voor een zo snel mogelijke droging van de knollen na het inschuren en er voor te zorgen dat de knollen droog blijven, daar immers zowel voor sporenproductie als voor infectie de aanwezigheid van vrij vocht het meest schadelijk is. Het effect van een zo snel mogelijk droging is zeer belangrijk. Niet alleen geeft het een beperking van de zilverschurftindex gedurende de droogperiode. Bij gelijke omstandigheden na het drogen zal bij twee partijen de procentuele toename van het aangetast oppervlak ongeveer gelijk zijn, de absolute toename is dan het grootst bij de partij die na het drogen met de hoogste index eindigde (Mooij, 1968)!

Na de zo snel mogelijke droging zorgt een (snelle) verlaging van de temperatuur tot 3 à 4 graden voor het vrijwel stilzetten van de laesiegroei en sporenproductie. Een zeer snelle verlaging van de temperatuur is echter niet zonder meer mogelijk. In de eerste plaats dient na snelle droging voldoende tijd voor een goede wondheling te worden genomen, met name belangrijk voor het voorkómen van o.a. Fusariumaantasting en extra vochtverlies door een onvoldoende heling. Tevens lijkt het niet opportuun partijen die vroeg moeten

worden gesorteerd al vroeg sterk in temperatuur te verlagen, vooral ook omdat bij het opwarmen van partijen condensvorming vaak moeilijk te vermijden is. Deze condensvorming is wellicht schadelijker dan de winst van het vroeg koelen, terwijl het bovendien veel energiekosten van zowel koelen als opwarmen met zich meebrengt.

Ook een lage luchtvochtigheid van minder dan 85 % voorkomt grotendeels sporenproductie en infectie. Dit is echter moeilijk te realiseren en na enige tijd zal het middel erger zijn dan de kwaal, daar deze strategie al snel zal leiden tot een te groot vochtverlies (Lennard, 1980).

4.6.6 Outillage

Zowel Mooij (1968) als Meijers (1972) stellen dat de ook nu nog toegepaste norm van 100 m³ lucht per m³ aardappelen per uur voldoende is om onder de meeste omstandigheden voldoende is om de aardappelen binnen enkele dagen tot een week te kunnen drogen en daarmee de ontwikkeling van zilverschurft sterk te beperken. Meijers (1972) en Scheer (1996) geven aan dat het luchtverdeelsysteem, zowel voor losgestorte als voor kistenbewaring essentieel is voor een snelle droging. Dit is ook duidelijk geïllustreerd door Pringle & Robinson (1996).

Meijers (1972 en 1975) en Van der Zaag (1971) vonden al dat in de praktijk zeer grote verschillen optraden in de tijdsduur die het kostte om partijen droog te krijgen, dit had niet zozeer te maken met een gebrek aan capaciteit of luchtverdeling, maar kennelijk met de strategie van ventileren en/of kennis over droging. Op de traagst drogende partijen werd (ook per dag) het meest geventileerd, hetgeen duidt op ventilatie-uren die kennelijk niet drogend zijn geweest.

Technisch is het mogelijk om warme lucht te gebruiken die geen condens veroorzaakt. Het dauwpunt van de lucht moet hiervoor worden verlaagd tot net onder de temperatuur van de aardappelen. Dit betekent dat de lucht gedroogd (gekoeld) moet worden en vervolgens weer opgewarmd. Deze technische oplossing lijkt er evenwel één die te duur is voor aardappelen. Met het verhogen van de luchtcapaciteit (2 tot 4 maal de norm van 100 m³ per m³ aardappelen per uur) kan de tijdsduur van opwarmen en daarmee gepaard gaande condensvorming wel behoorlijk worden bekort (Bos & Veerman, ongepubliceerd). In de praktijk zijn situaties bekend waarin aan het eind van de middag wordt gestart met het opwarmen van ± 4 °C tot ± 10 °C waarbij 's morgens de aardappelen opgewarmd en weer droog zijn. Dit gebeurt dan met een relatief klein aantal kisten voor een bestaande droogwand waarbij de netto capaciteit nog groter is dan door Bos & Veerman gebruikt.

4.6.7 Toepassing van fungiciden

Graham et al. (1973) vonden dat het vergassen van 2-aminobutaan een goede bestrijding gaf van Phoma en pukkelschurft en een gedeeltelijk bestrijding van zilverschurft. Meijers (1980) stelde vast dat er aan het vernevelen van fungiciden of het gebruik van rooktabletten in het ventilatiesysteem (vergelijkbaar met CIPC in consumptieaardappelen) nogal wat nadelen kleefden. Deze toepassing heeft dan ook geen ingang gevonden in de Nederlandse praktijk. De behandelingen worden uitgevoerd door bespuiting of verneveling van de vloeistof op de inschuurlijn.

Chloordioxide (ClO₂) toegevoegd aan het water van een luchtbevochtigingssysteem verminderde de ontwikkeling van de zilverschurftaantasting (Secor & Gudmestad, 1999). Luchtbevochtiging wordt echter in Nederland nauwelijks toegepast en lijkt zeker voor pootgoed niet bruikbaar, gezien het belang van het beperken van condensansen.

5 Mogelijkheden ter beheersing en bestrijding in de ecologische aardappelteelt

Hoewel de aspecten in het voorgaande al aan de orde zijn geweest worden de (potentiële) mogelijkheden voor zilverschurftbestrijding in de ecologische aardappelteelt hier in een korte opsomming bijeengebracht met vermelding van het paginanummer waar de items zijn besproken.

5.1 Werkzame stoffen

5.1.1 Toepassing van organische zouten, antagonisten, carvon of een warmwaterbehandeling

- Voor zover onder ecologische of biologisch (dynamische) regelingen toelaatbaar, zou de toepassing van organische zouten bijv. kaliumsorbaat (pagina **)
- Hetzelfde geldt voor de toepassing van antagonisten (pagina **)
- Afhankelijk van het moment van toepassing kan echter het resultaat ook negatief zijn, vooral wanneer er slechts sprake is van remming van de ontwikkeling van zilverschurft. Immers, de aantasting van de nateelt is vaak groter naarmate de aantasting van het gebruikte pootgoed geringer is (pagina **)
- Voor beide soorten toepassing geldt dat ze het reguliere circuit van een toelatingsprocedure moeten doorlopen, terwijl bescherming door registratie moeilijk is. Voor antagonisten geldt bovendien dat het vaak moeite kost om naast een bedrijfszekere toepassing tot een bedrijfszekere productie te komen. Deze aspecten maken dat de ontwikkelingskosten voor een verhoudingsgewijs kleine toepassing zo hoog zijn dat de gewasbeschermingsindustrie hier op eigen initiatief en voor eigen rekening niet snel aan zal beginnen.
- Bij een behandeling met heet water blijkt het moeilijk een dosis warmte te vinden die enerzijds een goede bestrijding van verschillende pathogenen geeft en anderzijds geen rot en verminderde kieming en/of lagere stengelaantallen van pootgoed tot gevolg heeft. Een verminderde kieming behoeft geen bezwaar te zijn voor consumptieaardappelen, maar is dat wel voor pootgoed. De toleranties zijn te gering om tot een bedrijfszekere methode van pootgoedontsmetting tegen zilverschurft te komen. Ook bij consumptie zijn er evenwel grenzen aan de dosis warmte die kan worden gegeven in verband met de ontwikkeling van rot en aantasting van het uiterlijk van de knollen. De toleranties voor de ontwikkeling van rot en aantasting voor het uiterlijk lijken echter wat groter dan voor remming van de kieming (pagina **).
- Carvon (merknaam Talent) is een essentiële olie met kiemremmende en fungicide werking. Het middel kan wordt verneveld in de bewaarplaats (alleen met een geforceerd ventilatiesysteem). Het is op dit moment toegelaten voor toepassing in consumptie- en zetmeelaardappelen.

5.1.2 Teeltmaatregelen

- Nauwe rotaties spelen geen grote rol in de aantasting door zilverschurft. Daar de aardappelrotaties in de ecologische teelt over het algemeen ruim zijn biedt de teeltfrequentie geen aanknopingspunt ter vermindering van de aantasting door zilverschurft (pagina **).
- Het beperken van alleen het aantastingsniveau van het pootgoed biedt zonder aanvullende bestrijdingsmaatregelen weinig perspectief in verband met de wetenschap dat bij een geringe aantasting van het pootgoed de aantasting van de nateelt vaak groter is (pagina **).
- De wetenschap dat de aantasting en de uitgroei daarvan op de nateelt tijdens het groeiseizoen toeneemt, leidt tot de aanbeveling gewassen niet langer in de grond te laten dan nodig is (pagina **).

- Er is verschil in rasgevoeligheid, hoewel er vrijwel geen rassen zijn die als weinig gevoelig kunnen worden aangemerkt. De wel gevonden relatie tussen vroegrijpheid en gevoeligheid voor zilverschurft is zeker geen wetmatigheid (pagina **).
- Bemestingsniveaus lijken nauwelijks een rol te spelen in de ontwikkeling van zilverschurft (pagina **).
- Bij een hoge plantdichtheid en bij het gebruik van grote poters wordt meer knoloppervlak gepoot waarop sporulatie kan plaatsvinden en kan de aantasting van de nateelt groter zijn (pagina ** en **).
- Op zandgronden worden in de regel lagere aantastingsniveaus waargenomen dan op kleigrond, dit hangt wellicht samen met de hogere vochthoudendheid van kleigrond (pagina **).
- Van beregening wordt meestal gemeld dat het de aantasting van de nateelt vermindert. Wel wordt bij een afname van zilverschurft door beregening soms een toename van zwarte spikkel (*Colletotrichum coccodes*) gemeld, een bodemschimmel die qua knolaantasting vrij sterk op zilverschurft lijkt (pagina **).
- Er zijn niet veel meldingen over de invloed van loofdoding. De meeste melden echter dat loofdoding ten opzichte van natuurlijke afsterving geen invloed had. Hetzelfde gold voor de methodiek van loofdoding (chemisch vs. mechanisch) (pagina **).
- Van de tweefasenoogst mag door de voordroging op het veld een positief effect worden verwacht door de snellere droging van het product in de bewaring. De kwaliteit van de rest van het bewaartraject wordt er echter nauwelijks minder doorslaggevend van (pagina **).

5.2 Bewaring

- Een zo snel mogelijke droging van het product is essentieel om de ontwikkeling van zilverschurft te beperken (pagina **).
- Het relatief vroeg koelen van de partij beperkt eveneens de aantasting. Pas bij een temperatuur van 3 à 4 °C staat de ontwikkeling van de schimmel vrijwel stil (pagina **).
- Bij een hoge luchtvochtigheid (> 90 % RV) kunnen sporen worden geproduceerd en infecties plaatsvinden, de mate waarin dat gebeurt hangt mede af van de temperatuur (pagina **). Vrij vocht speelt echter een grotere rol, terwijl het onmogelijk is – mede met het oog op vochtverlies – om de luchtvochtigheid in aardappelbewaring structureel onder de 90 % te houden (pagina **).
- Het voorkomen van de aanwezigheid van vrij vocht na inschuren of door condens moet zo veel mogelijk worden voorkomen, omdat juist bij vrij vocht er veel sporen worden geproduceerd en vrij vocht nieuwe infecties sterk vergemakkelijkt (pagina **).
- Per saldo moet een strategie van snelle droging, vroege koeling, maar vooral het te allen tijde droog houden van de partij worden nagestreefd (pagina **). Deze strategie moet natuurlijk worden afgestemd op de bestemming en afzettijdstip van de partij.
- Om aan het bovenstaande te voldoen moet de outillage een voldoende ventilatiecapaciteit hebben, een goed luchtverdeelsysteem, waarbij geforceerde beluchting de voorkeur heeft, geautomatiseerde mengluchtregeeling en bij voorkeur ondersteunende mechanische koeling.
- Bovenstaande eisen gelden zowel voor losgestorte bewaring als voor bewaring kisten. Los hiervan heeft de bewaring in kisten een aantal voordelen boven losgestorte bewaring (pagina **).
- Bij het opwarmen van partijen voor sorteren ontstaat vrijwel onvermijdelijk condens. De tijdsduur van deze condens kan worden beperkt door met een nog hogere ventilatiecapaciteit te werken dan de norm van 100 m³ per m³ per uur (pagina **).
- Een goede outillage kan slechts worden benut wanneer de beheerder goede kennis heeft over de bewaarprocessen. Met name kennis over het droogproces is essentieel (pagina **).
- Carvon (merknaam Talent) is een essentiële olie met kiemremmende en fungicide werking. Het middel kan wordt verneveld in de bewaarplaats (alleen met een geforceerd ventilatiesysteem). Het is op dit moment toegelaten voor toepassing in consumptie- en zetmeelaardappelen.

6 Referenties

- Adams, M.J., P.J. Read, D.H. Lapwood, G.R. Cayley & G.A. Hide, 1987, The effect of irrigation on powdery scab and other tuber diseases of potatoes, *Annals of Applied Biology*, 1987, 110, No. 2, p. 287-294.
- Adams, M.J. & G.A. Hide, 1980. Relationships between disease levels on seed tubers, on crops during growth and in stored potatoes. 5. Seed stocks grown at Rothamsted, *Potato Research* 23, no. 3, p. 291-302.
- Afek, U., J. Orenstein & Kim Jongjin, 2001. Control of **silver scurf** disease in stored **potato** by using hydrogen peroxide plus (HPP). *Crop Protection* 200, p. 69-71.
- Bains, P.S., Bisht, V.S.; Benard, D.A., 1996, Soil survival and thiabendazole sensitivity of *Helminthosporium solani* isolates from Alberta, Canada, *Potato Research* 39, no. 1, p. 23-30.
- Bang, U., 1995. Naturliga vaxtextrakt - bekampning mot svampsjukdomar i potatis, 36:e Svenska Vaxtskyddskonferensen: Jordbruk - Skadedjur, vaxtsjukdomar och ogras 1995, p. 371-381.
- Baschieri, T., V. Vicchi & C. Cerato, 1999. Stato sanitario del seme di patata, *Informatore Agrario* 55, no. 28, p.53-56.
- Bos, D. & A. Veerman, 2000, Schoon de grond in en schoon er weer uit, *Boerderij/Akkerbouw*, 85, No. 7, p. 32-33.
- Bos, D. & A. Veerman, 2001. Toetsing van de effectiviteit van een warmwaterbehandeling tegen zilverschurft in aardappelen, Projectrapport 110008, PPO, Lelystad, 15 pp.
- Burgess, P.J., S.J. Wale, S.J.P. Oxley, R.W. Lang & G.H. Williams, 1993. Fungicide treatment of seed potatoes: strategies for the control of silver scurf (*Helminthosporium solani*), *Crop protection in Northern Britain 1993. Proceedings of a conference held at Dundee University, 23-25 March 1993*, Scottish Crop Research Institute, Dundee, p.319-324.
- Burke, O.D., 1938. The silver scurf disease of potatoes, *Bulletin of the Cornell University Experimental Station* 692, p. 1-30.
- Carnegie, S.F., A.M. Cameron, G.A. Hide & S.M. Hall, 1994. The occurrence of thiabendazole-resistant isolates of *Polyscytalum pustulans* and *Helminthosporium solani* on seed potato tubers in relation to fungicide treatment and storage, *Plant Pathology* 43, no. 6, p. 961-971.
- Carnegie, S.F., A.M. Cameron, D.A. Lindsay, E. Sharp & I.M. Nevison, 1998. The effect of treating seed potato tubers with benzimidazole, imidazole and phenylpyrrole fungicides on the control of rot and skin blemish diseases, *Annals of Applied Biology* 133, no. 3, p. 343-363.
- Carnegie, S.F., G.A. Hamilton, D.A. Lindsay & A.D. Ruthven, 1984. Control of gangrene, skin spot and silver scurf on potatoes by a new fungicide formulation of thiabendazole and 2-aminobutane, *Crop Protection in Northern Britain 1984*, p. 138-143.
- Cayley, G.R., G.A. Hide, P.J. Read & Y. Dunne, 1983. Treatment of potato seed and ware tubers with imazalil and thiabendazole for control of silver scurf and other storage diseases, *Potato Research* 26, no. 2, p. 163-173.
- Copeland, R.B. & C. Logan, 1975. Control of tuber diseases, especially gangrene, with benomyl, thiabendazole and other fungicides, *Potato Research* 18, no.2, p. 179-188.
- Copeland, R.B. & C. Logan, 1977, Observations on potato disease incidence following soil application of a granular fungicide-bactericide at planting, *Plant Pathology*, 26, p. 175-179.
- Cunnington, A.C., K. Mawson & A. Briddon, 1992. Low temperature storage for quality crops, *Aspects of Applied Biology*, 33, p. 205-212.
- Dashwood, E.P., E.M. Burnett & M.C.M. Perombelon, 1991. Effect of a continuous hot water treatment of potato tubers on seed-borne fungal pathogens, *Potato Research* 34, no. 1, p. 71-78.
- Dashwood, E.P., R.A. Fox & D.A. Perry, 1992. Effect of inoculum source on root and tuber infection by potato blemish disease fungi, *Plant Pathology* 41, no. 2, p. 215-223.
- Denner, F.D.N., C. Miljard, A. Geldenhuys & F.C. Wehner, 1997. Treatment of seed potatoes with prochloraz for simultaneous control of silver scurf and black dot on progeny tubers, *Potato Research* 40, p. 221-227.
- Dimitrov, S., 1982, [Effect of fertilizers and irrigation on keeping quality and fungal infection of potato], *Rasteniev'dni-Nauki*, 19, No. 2, p. 69-79

- El Immane Collet, R., M. Elakel & B. Jouan, 1995. Etude comparative de la nuisibilité agronomique de la gale argentée de la pomme de terre au Maroc et en France, *Al Awamia* 91, p. 1-8.
- Elson, M.K., D.A. Schisler & R.J. Bothast, 1997. Selection of microorganisms for biological control of silver scurf (*Helminthosporium solani*) of potato tubers, *Plant Disease* 81, no. 6, p. 647-652.
- Firman, D.M. & Allen, E.J., 1993. Effects of windrowing, irrigation and defoliation of potatoes on silver scurf (*Helminthosporium solani*) disease, *Journal of Agricultural Science* 121, no. 1, p. 47-53.
- Firman, D.M. & E.J. Allen, 1995a. Effects of seed size, planting density and planting pattern on the severity of silver scurf (*Helminthosporium solani*) and black scurf (*Rhizoctonia solani*) diseases of potatoes, *Annals of Applied Biology* 127, no. 1, p. 73-85.
- Firman, D.M. & E.J. Allen, 1995b. Transmission of *Helminthosporium solani* from potato seed tubers and effects of soil conditions, seed inoculum and seed physiology on silver scurf disease, *Journal of Agricultural Science* 124, no. 2, p. 219-234.
- Frazier, M.J., K.K. Shetty, G.E. Kleinkopf & P. Nolte, 1998. Management of silver scurf (*Helminthosporium solani*) with fungicide seed treatments and storage practices, *American Potato Journal* 75, no. 3, p. 129-135.
- Frisullo, S., F. Ciccarese & M. Cirulli, 1986. Prove di lotta chimica contro la "scabbia argentea" della patata, *Informatore Fitopatologico* 36, no. 12, p.54-56.
- Gaucher, D., 1998. Gale argentée: efficacité des matières actives, *La Pomme de Terre Française* 504, p. 31-33.
- Gorris, L.G.M., K. Oosterhaven, K.J. Hartmans, Y.de Witte & E.J. Smid, 1994. Control of fungal storage diseases of potato by use of plant-essential oil components, *Brighton Crop Protection Conference – Pests and Diseases*, Volume 1, p. 307-312.
- Graham, D.C., G.A. Hamilton, M.J. Nash & J.H. Lennard, 1973. Fumigation of bulk-stored potatoes with 2-aminobutane for control of gangrene, skin spot and silver scurf diseases, *Potato Research* 16, no. 3, p.234-243.
- Hall, S.M. & G.A. Hide, 1992. Fungicide treatment of seed tubers infected with thiabendazole-resistant *Helminthosporium solani* and *Polyscytalum pustulans* for controlling silver scurf and skin spot on stored progeny tubers, *Potato Research* 35, no. 2, p. 143-147.
- Hall, S.M. & G.A. Hide, 1994. The control of silver scurf and development of thiabendazole resistance in *Helminthosporium solani* as affected by rate of fungicide applied to potato seed tubers, *Potato Research* 37, no. 4, p. 403-411.
- Hardy, C.E., P.J. Burgess & R.T. Pringle, 1997. The effect of condensation on sporulation of *Helminthosporium solani* on potato tubers infected with silver scurf and held in simulated store conditions, *Potato Research* 40, no.2, p. 169-180.
- Hartmans, K.J., P. Diepenhorst, W. Bakker & L.G.M. Gorris, 1995. The use of carvone in agriculture: sprout suppression of potatoes and antifungal activity against potato tuber and other plant diseases, *Industrial Crops and Products* 4, p. 3-13.
- Hartmans, K.J., P.S. Hak en E.J. Smid, 1997. Talent onderdrukt bewaarziekten bij aardappelen, *Aardappelwereld* 51, no. 4, p. 19-20.
- Heiny, D.K. & G.A. McIntyre, 1983. *Helminthosporium solani* Dur. & Mont. Development on potato periderm, *American Potato Journal* 60, no. 10, p. 773-789.
- Hide, G.A., 1975. Effect of heat treatment of potato tubers on *Oospora pustulans*. *Plant Pathology* 24, p. 233-236.
- Hide, G.A., 1978. Incidence of pathogenic fungi on Scottish potato seed stocks derived from stem cuttings, *Potato Research* 21, no. 4, p. 277-289.
- Hide, G.A., 1987. Effects of irrigation and seed tuber size on yield and infection of potatoes from commercial and healthier seed stocks, *Potato Research* 30, no. 4, p. 637-649.
- Hide, G.A., 1994. Effects of wounding fungicide-treated potato seed tubers on silver scurf disease on daughter tubers at harvest, *Potato Research* 37, no. 3, p. 287-290.
- Hide, G.A. & K.J. Boorer, 1991. Effects of drying potatoes (*Solanum tuberosum* L.) after harvest on the incidence of disease after storage, *Potato Research* 34, no. 2, p. 133-137.
- Hide, G.A., K.J. Boorer & S.M. Hall, 1994a. Effects of watering potato plants before harvest and of curing conditions on development of tuber diseases during storage, *Potato Research* 37, no. 2, p. 169-172.
- Hide, G.A., K.J. Boorer & S.M. Hall, 1994b. Controlling potato tuber blemish diseases on cv. Estima with

- chemical and non-chemical methods, *Annals of Applied Biology* 124, no. 2, p. 253-265.
- Hide, G.A. & S.M. Hall, 1993. Development of resistance to thiabendazole in *Helminthosporium solani* (silver scurf) as a result of potato seed tuber treatment, *Plant Pathology* 42, no. 5, p. 707-714.
- Hide, G.A., S.M. Hall & K.J. Boorer, 1988. Resistance to thiabendazole in isolates of *Helminthosporium solani*, the cause of silver scurf disease of potatoes, *Plant Pathology* 37, no. 3, p. 377-380.
- Hide, G.A., S.M. Hall & P.J. Read, 1994c. Control of skin spot and silver scurf on stored cv. King Edward potatoes by chemical and non-chemical methods, *Annals of Applied Biology* 125, no. 1, p. 87-96.
- Hide, G.A. & P.J. Read, 1991. Effects of rotation length, fungicide treatment of seed tubers and nematicide on diseases and the quality of potato tubers, *Annals of Applied Biology* 119, no. 1, p. 77-87.
- Hide, G.A. & P.J. Read, 1991. Effects of rotation length, fungicide treatment of seed tubers and nematicide on diseases and the quality of potato tubers, *Annals of Applied Biology* 119, no. 1, p. 77-87.
- Hide, G.A. & P.J. Read, 1991. Effects of rotation length, fungicide treatment of seed tubers and nematicide on diseases and the quality of potato tubers, *Annals of Applied Biology* 119, no. 1, p. 77-87.
- Hunger, R.M. & G.A. McIntyre, 1979. Occurrence, development and losses associated with silver scurf and black dot on Colorado potatoes, *American Potato Journal* 56, p.289-306.
- Jeger, M.J., G.A. Hide, P.H.J.F. van den Boogert, A.J. Termorshuizen & P. van Baarlen, 1996. Pathology and control of soil borne fungal pathogens of potato, *Potato Research* 39, extra edition, p. 437-469.
- Jellis, G.J. & G.S. Taylor, 1977. The development of silver scurf (*Helminthosporium solani*) disease of potato, *Annals of Applied Biology* 86, no. 1, p. 19-28.
- Kamara, Abd el Mageed M., 1974. Role of phenolics and phenolic oxidizing enzymes in the development of potato silver scurf, *Dissertation Abstracts International*,34, no.7, 3033B.
- Kawchuk, L.M., J.D. Holley, D.R. Lynch & R.M. Clear, 1994. Resistance to thiabendazole and thiophanate-methyl in Canadian isolates of *Fusarium sambucinum* and *Helminthosporium solani*, *American Potato Journal* 71, no. 3, p. 185-192.
- Lennard, J.H., 1980. Factors affecting the development of silver scurf (*Helminthosporium solani*) on potato tubers, *Plant Pathology* 29, no. 2, p. 87-92.
- Mackay, J.M. & P.J. Shipton, 1983. Heat treatment of seed tubers for control of potato blackleg (*Erwinia carotovora* subsp. *Atroseptica*) and other diseases, *Plant Pathology* 32, p. 385-393.
- Meijers, C.P., 1964. Zilverschurftaantasting op aardappelen, de invloed daarvan op de blauwgevoeligheid van de knollen en de uitbreiding tijdens de bewaring, *Jaarboek van het Instituut voor Bewaring en Verwerking van Landbouwproducten* 1964, p. 72-81.
- Meijers, C.P., 1972. Zilverschurft eist de aandacht, *Publikatie* 249, IBVL, Wageningen, 3pp.
- Meijers, C.P., 1973. Bestrijding van zilverschurft tijdens de bewaring, *Bedrijfsontwikkeling* 4, p. 711-714.
- Meijers, C.P., 1975. Invloed van de bewaarcondities op de aantasting door micro-organismen, *Landbouwkundig Tijdschrift* 87, no.6, p.147-153.
- Meijers, C.P., 1980. Bestrijding van bewaarziekten bij aardappelen, *Bedrijfsontwikkeling* 11, p.705-711.
- Merida, C.L. & R. Loria, 1990. First report of resistance of *Helminthosporium solani* to thiabendazole in the United States, *Plant Disease* 74, no. 8 p. 614.
- Merida, C.L. & R. Loria, 1994. Survival of *Helminthosporium solani* in soil and in vitro colonization of senescent plant tissue, *American Potato Journal* 71, no. 9, p. 591-598.
- Merida, C.L., R. Loria & D.E. Halseth, 1994. Effects of Potato cultivar and time of harvest on the severity of silver scurf, *Plant Disease* 78, no.2, p. 146-149.
- Molet, D. & F. Veret, 1987. Gale argentée et rhizoctone lutte chimique, *La Pomme de Terre Française* 499, p.45-48.
- Mooij, J.C., 1957. Zilverschurft bij aardappelen, *Publikatie serie B no. 17*, Instituut voor bewaring en verwerking van landbouwproducten, Wageningen, 9 pp.
- Mooij, J.C., 1968. De aantasting van de aardappel door zilverschurft *Helminthosporium solani*, *Verlagen van landbouwkundige onderzoeken* 716, Instituut voor Plantenkundig onderzoek, Wageningen, 62 pp.
- Nolte, P., K.K. Shetty & C. A. Strausbaugh, 1995. A survey on the frequency of *Helminthosporium solani* in potato seed lots and studies on fungicide resistance. *Association bussiness*, *American Potato Journal* 72, p. 644.
- Ogilvy, S.E., 1992. The use of pre-planting and post-harvest fungicides and storage temperatures for the control of silver scurf in ware potatoes, *Aspects of Applied Biology* 33, p. 151-158.
- Olivier, C., D.E. Halseth, E.S.G. Mizubuti & R. Loria, 1998. Postharvest application of organic and inorganic

- salts for suppression of silver scurf on potato tubers, *Plant Disease* 82, no. 2, p. 213-217.
- Olivier, C., C.R. MacNeil; R. Loria, 1999. Application of organic and inorganic salts to field-grown potato tubers can suppress silver scurf during potato storage, *Plant Disease* 83, no. 9, p. 814-818.
- Platt, H.W., 1997. Resistance to thiabendazole in *Fusarium* species and *Helminthosporium solani* in potato tubers treated commercially in eastern Canada, *Phytoprotection* 78, no. 1, p. 1-10.
- Pringle, R.T. & K. Robinson, 1996. Storage of seed potatoes in pallet boxes. 1. The role of tuber surface moisture on the population of *Erwinia* bacteria, *Potato Research* 39, no.2, p. 205-222.
- Read, P.J. & G.A. Hide, 1984. Effects of silver scurf (*Helminthosporium solani*) on seed potatoes, *Potato Research* 27, no.2, p. 145-154.
- Read, P.J., R.M.J. Storey & D.R. Hudson, 1995. A survey of black dot and other fungal tuber blemishing diseases in British potato crops at harvest, *Annals of Applied Biology* 126, no. 2, p. 249-258.
- Ridder, J.K. 1999. Zilver-schurft te lijf, PAV-bulletin Akkerbouw 3, no. 3, p. 2-3.
- Rodriguez, D.A., G.A. Secor, N.C. Gudmestad & L.J. Francl, 1996. Sporulation of *Helminthosporium solani* and infection of potato tubers in seed and commercial storages, *Plant Disease* 80, no. 9, p. 1063-1070.
- Rodriguez, D.A., G.A. Secor, N.C. Gudmestad & K. Grafton, 1995. Screening tuber-bearing *Solanum* species for resistance to *Helminthosporium solani*, *American Potato Journal* 72, no. 11, p. 669-679.
- Sandar, N. & D.C. Nelson, 1968. Effect of plant residues and nitrogen applications on yield, specific gravity, russet scab and silver scurf, *American Potato Journal* 45, p.327-334.
- Santerre, J. 1966. Absence apparente de l'organisme de la tache argenteé des pommes de terre, *Helminthosporium atrovirens*, dans les sols nouvellement defrichés, *Canadian Journal of Plant Science* 46, p. 647-652.
- Santerre, J. 1967. Evalation de l'importance relative du sol et de la semence comme source d'inoculum de la tache argenteé des pommes de terre au moyen d'essais de repression, *Canadian Journal of Plant Science* 47, p. 695-702.
- Santerre, J. 1969. La semence infectée, source d'inoculum de la tache argenteé dans les sols affectés à la culture des pommes de terre, *Canadian Journal of Plant Science* 49, p. 83-86.
- Scheer, A., 1996. Ventilatiesystemen voor kistenbewaring aardappelen, *Landbouwmecanisatie* 47, no. 9, p. 16-18.
- Schultz, E.S., 1916. Silver-scurf of the Irish potato caused by *Spondylocladium atrovirens*, *Journal of Agricultural Research* 6, p. 339-350.
- Secor, G.A. & N.C. Gudmestad, 1999. Managing fungal diseases of potato, *Canadian Journal of Plant Pathology* 21, p. 213-221.
- Sigvald, R., 1995. Natural plant extracts - control of fungal pathogens of potato, *Naturliga vaxtextrakt - bekampning mot svampsjukdomar i potatis*, In: U. Bang (ed.), *Proceedings of the 36th Swedish crop protection conference*, Uppsala Sweden 26-27 January 1995, *Sveriges Lantbruksuniversitet (Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala*, p. 371-381.
- Snieg, L., 1992a. [Effectiveness of liming at selected stages of crop rotation. 1. Effect of liming at different stages of the rotation on tuber yield and infection with common scab and silver scab in four potato cultivars], *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie, Rolnictwo*, no. 52, p. 127-132.
- Snieg, L., 1992b. [Effectiveness of liming at selected stages of a crop rotation. 3. Effect of lime as a top dressing on plant growth and tuber yield of potatoes], *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie, Rolnictwo*, no.52, p. 139-148.
- Torre, A. la, V. Pompei & A. Leandri, 1996. In vitro effectiveness of L-carvone against some pathogenic fungi of stored potatoes, *Azione inibitrice in vitro di L-carvone nei confronti di alcuni patogeni fungini della patata in conservazione, Difesa delle Piante* 19, no. 4, p. 153-156.
- Tsrar, L., M. Aharon & O. Erlich, 1999. Survey of bacterial and fungal seedborne diseases in imported and domestic potato seed tubers, *Phytoparasitica* 27, no. 3, p. 215-226.
- Vaughn, S.F. & G.F. Spencer, 1991. Volatile monoterpenes inhibit potato tuber sprouting, *American Potato Journal* 68, p. 821-831.
- Wainwright, A., T. Nicholson & D.H. Mann, 1996. Control of silver scurf and black scurf in potatoes with a pencycuron/tolyfluanid seed tuber treatment. Brighton Crop Protection Conference: Pests & Diseases, Volume 1. *Proceedings of an International Conference*, Brighton, UK, 18-21 November 1996, p. 275-280.

Wustman, R. & J. Sinke, 1990. Het effect van zilverschurft op de opbrengst van drie aardappelrassen, Gewasbescherming 21, no. 5, p. 135-137.

Zaag. D.E. van der, 1971. Het drogen van pootaardappelen in 1970 in verband met aantasting door zilverschurft, Bedrijfsontwikkeling 2, p. 33-34.