

VAN PHYTOPHTHORA INFESTANS

r.G. wijnands, PAGV (mei 1992)

1. Probleemstelling

Meer dan 90% van de bestrijdingsmaatregelen tegen bovengrondse ziekten en plagen betreft in de aardappelteelt *Phytophthora*. Deze schimmelziekte wordt beschouwd als één van de belangrijkste in de Nederlandse akkerbouw. Door de intensieve teelt, het Nederlandse klimaat en het grote aandeel zeer vatbare rassen, is de infectiedruk over het algemeen hoog. Omdat er wegens resistentie-risico's vermeden moet worden te vertrouwen op een systematisch curatief middel, dient het gewas zeer regelmatig bespoten te worden met preventieve middelen. In de consumptie-aardappelteelt vaak 10 tot 15 maal. Daardoor is de actieve stof-inzet hoog, variërend van 10 tot 20 kg per ha. Van het totale Nederlandse verbruik aan fungiciden in de akkerbouw wordt circa 2/3 ingezet voor de preventieve bestrijding van deze ziekte. Dat is circa 1,5 miljoen kg werkzame stof, 1/3 van de totale inzet actieve stof exclusief grondontsmetting in de akkerbouw.

Tabel 1 geeft een overzicht van het gebruik per teeltwijze.

Tabel 1 Schatting van gebruik actieve stof (in 1000 kg) fungiciden plus insecticiden voor diverse vormen van aardappelteelt (rapportage werkgroep Akkerbouw, zie lit.). Gebaseerd op arealen 1987 (168.000 ha aardappelen).

pootaad.	cons.aard.	fabrieksaard.	totaal
210 (14%)	979 (44%)	335 (22%)	1524 (100%)

Dit totaalverbruik bestaat naar schatting uit 1,2 miljoen kg dithiocarbamaten (maneb e.d.) en 0,3 miljoen kg organotin verbindingen. De kosten aan bestrijdingsmiddelen van deze ziekte worden gemiddeld over alle teelten op f 250,- per ha geschat, hetgeen op een areaal van circa 160.000 ha aardappelen ruim 40 miljoen gulden betekent op jaarbasis. Dit is circa 10% van de totale pesticidenkosten van de Nederlandse akkerbouw.

De fungiciden die ingezet worden zijn alle in meer of mindere mate discutabel uit milieu-oogpunt. De organotin-verbindingen vanwege hun toxiciteit voor vissen en hun mogelijke ophoping in de bodem. De zware metalen in deze verbindingen spoelen uiteindelijk uit, vooral op humusarme gronden. Deze verbindingen zijn erg schadelijk voor het aquatisch ecosysteem. Dithiocarbamaten staan onder druk vanwege uitspoeling en het gevonden afbraakproduct ETU dat carcinogeen is. Uitspoeling is met name aan de orde op lichtere grondsoorten.

Chloorthalonil is in discussie vanwege alle drie in het MJPG genoemde criteria van uitspoeling,

persistentie en toxiciteit voor vissen. De niet op de MJPG lijst voorkomende stof koperoxychloride is nog niet beoordeeld op zijn milieustatus, maar is vanwege zijn gewasfytotoxiciteit en uit het oogpunt van toevoer van zware metalen ook geen alternatief.

Het gebruik van curatieve middelen is slechts beperkt mogelijk. Tegen metalaxyl is reeds op grote schaal resistentie aangetroffen. De bestrijding dient nog steeds plaats te vinden vóór er een besmetting opgetreden is. Voor mens en milieu zijn dithiocarbamaten en organotin-verbindingen riskante stoffen, die zo spoedig mogelijk vervangen dienen te worden. Aangezien er echter vooralsnog geen alternatieve middelen voor handen zijn, dient het gebruik van deze middelen zoveel mogelijk beperkt te blijven. Daarbij zijn, zoals bij alle ziekten en plagen, drie vragen van groot belang:

- 1 hoe kan het probleem zoveel mogelijk voorkomen worden;
- 2 wanneer is het nodig te bestrijden,
- 3 hoe bestrijdt je; middelenkeuze, dosering etc.

Een goede kennis van de levenswijze van de schimmel en de rol die gewas- en weersomstandigheden spelen in deze levenscyclus (infectie, uitbreiding, sporulatie etc.) vormt daarvoor de basis.

2. Levenscyclus *Phytophthora infestans*

Ongunstige perioden voor de ziekteverwekker zoals winters of droge, hete zomers, worden overleefd als schimmeldraden (ongeslachtelijk) in de waardplant (aangetaste knollen, stengels) of als oösporen (geslachtelijke vorm). Oösporen zijn in Nederland inmiddels ook gevonden; echter, overleving van ongunstige perioden als oöspore is voor Nederland nog niet aangetoond. *Phytophthora* kent verschillende types: A_1 en A_2 en vele verschillende fysio's. Hieronder wordt enkel de belangrijke "ongeslachtelijke" levenscyclus beschreven.

Overwintering:

De schimmel overwintert in het weefsel van de aardappelknol en groeit van daaruit mee door de stengel naar het blad. Vanuit deze zieke planten kunnen sporen vrijkomen, die een bedreiging vormen voor de aardappelgewassen.

Ontwikkeling sporedragers/schimmelpluis:

Schimmelpluis wordt gevormd zodra de temperatuur boven de 10°C is en de relatieve luchtvochtigheid 90% of meer is gedurende minimaal vier uur. Dit komt vooral gedurende de nacht vaak voor. Vooral na een langere duur van de optimale omstandigheden zijn in de ochtenduren overvloedig sporedragers aanwezig (schimmelpluis). De schimmel breidt zich uit bij temperaturen boven de 10°C, maar onder de 25°C. Boven 25°C stopt de schimmelgroei. Eenmaal aanwezig schimmel kan echter samen met bladweefsel afsterven onder invloed van uitdroging en Ultra-violet

licht (felle drogende omstandigheden).

Ontwikkeling en rijping van de sporen (sporulatie):

Aan de top van de schimmeldraden (hyfen) snoeren zich sporezakken af. Bij een temperatuur van 9-13°C en vochtige donkere weersomstandigheden vormen zich in deze sporezak een achttal zoösporen (voornamelijk 's nachts). Onder invloed van licht (geen zonneschijn) en onder vochtige omstandigheden vindt in enkele uren de rijping van deze sporen plaats ('s ochtends). Door verlaging van de relatieve luchtvochtigheid verdrogen en torderen de sporedragers en komen de gerijpte sporen los. Dit vindt in de loop van de ochtend plaats, vooral tussen 11 en 12 uur. De sporezakken kunnen ook al eerder afgevallen zijn en soms ook al door de wind verspreid. De gevormde sporen (met zweepdraad) worden met de wind of met opspattende regendruppels verspreid. zelf kunnen ze zich vrij snel in vocht verplaatsen. De ervaring leert dat als de temperatuur op een dag beneden de 10°C komt, die dag er geen sporulatie zal plaatsvinden

Levensduur sporen:

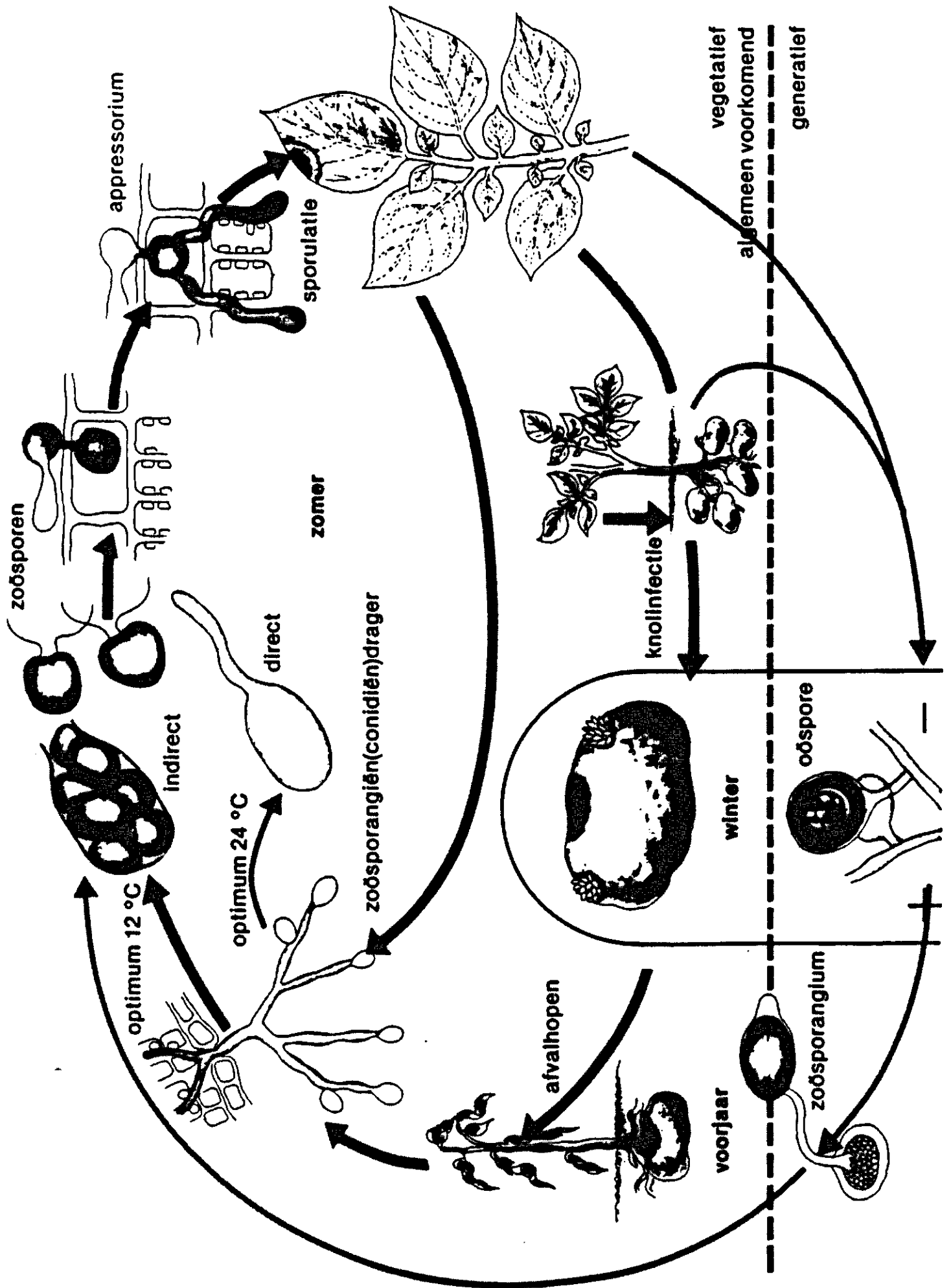
Al afgevallen sporedragers zijn niet erg gevoelig meer voor lage luchtvochtigheid, maar wel voor ultraviolette straling. Twee opeenvolgende uren zon doet de kiemkracht van rijpe sporen in deze sporedragers sterk verminderen. Sporen zelf kunnen onschadelijk gemaakt worden door zowel ultraviolet licht als door uitdroging ten gevolge van lage luchtvochtigheid. Zowel de rijping van sporen kan dan niet plaatsvinden als dat reeds rijpe sporen hun kiemkracht verliezen. Een klein aantal sporen kan nog aan de sporedragers blijven hangen. Deze verouderen snel in de loop van de middag, avond of nacht, waardoor hun kiemkracht de volgende morgen al snel tot nul daalt. In vochtige grond kunnen de sporen enige weken overleven. Vaak zullen bacteriën deze sporen al in korte tijd opgeruimd hebben.

Kieming sporen/penetratie blad:

Voor de kieming van sporen is de aanwezigheid van een dun laagje water op het blad noodzakelijk. Aangezien de kieming onder normale omstandigheden ongeveer drie uur vraagt en de binnendringingstijd nog eens 2 à 3 uur vraagt, is een bladnat-periode van 5 tot 6 uur noodzakelijk voor infectie. Een verlenging van de 's nachts vaak vochtige omstandigheden door dauw of regen vormt dan ook vaak de gevaarlijkste periode voor infectie. op warme en broeierige dagen kunnen kieming en binnendringing sneller verlopen.

Vestiging en kolonisatie:

Na het binnendringen van de kiembuis vormen de hyfdraden aan de cellen zuigorgaantjes voor het onttrekken van voedingsstoffen aan de plant. Bij 20°C kunnen 3-4 dagen na infectie ziekteverschijnselen (symptomen) zichtbaar worden. Bij 10°C is dit 5 à 6 dagen. gemiddeld duurt de cyclus van spore tot symptomen en nieuwe sporevorming dus minimaal 4 à 5 dagen.



Onderbreking cyclus:

De cyclus kan onderbroken worden als de nachten droog zijn en er geen sporen ontstaan of als de ochtend volgend op een sporenvormende nacht droog en zonnig is (rijping) of als er geen waterfilm (bladnat) te vinden is van voldoende lange duur (rijpe sporen/kieming).

Knolinfectie:

Sporen die op de grond terecht komen kunnen via scheuren en regenwater bij de knol komen. Ook daar zal in enkele uren tijd de spore gekiemd zijn en via de lenticellen de knol binnendringen. Ook sporen die tijdens het looftrekken, loofklappen of het rooien op een beschadigde knol terecht komen, kunnen de knol alsnog infecteren als er voldoende vocht is. Daarmee is dan de overlevingsfase voor de winterperiode van de Phytophthora-schimmel weer gevormd.

Slotopmerking:

Naast de indirecte vorm van sporevorming kan er ook directe vorming van sporen optreden. Dit treedt sporadisch (20% van de gevallen: schatting) op, enkel bij hoge dagtemperaturen (16-24°C, nachttemperatuur minimaal 12°C en zware dauw of regen). De afgesneden sporezak kiemt na verspreiding direct!

3 Infectierisico, weer en gewas

Het optreden van een infectie is een samenspel van de aanwezigheid van sporen, het microklimaat in het gewas, de weersomstandigheden, de resistentie van het ras en de hoeveelheid nog werkzaam middel dat nog op de planten aanwezig is.

Voor kieming van een spore is een dun laagje water op het blad noodzakelijk. Aangezien de kiemtijd ongeveer drie uur bedraagt en de binnendringingstijd nog eens twee tot drie uur, is een bladnatperiode van minimaal vijf tot acht uur noodzakelijk. Een verlenging van de 's nachts vaak vochtige omstandigheden door dauw of regen tot na het middaguur vormt vaak de gevaarlijkste periode voor infectie. Is deze periode niet lang genoeg, dan verdrogen de sporen of worden ze onschadelijk door bestraling met ultraviolet licht. Als nog voldoende werkzaam middel op de bladeren zit, wordt de kieming van sporen geremd/verhindert.

De infectiedruk (aanwezigheid sporen) neemt in het algemeen toe in de loop van het seizoen. Een vochtig klimaat is gunstig voor de ontwikkeling van Phytophthora. Voordat het gewas sluit, is de kans op een hoge relatieve luchtvochtigheid in het gewas geringer dan na het sluiten van het gewas. Daar komt bij dat in de loop van het groeiseizoen de kans op een hoge luchtvochtigheid toeneemt. Dat heeft te maken met de langere nachten en de lagere hoogte van de zon. Bovendien verloopt het opdrogen van eventueel aanwezige dauw langzamer en is de UV-intensiteit van het licht geringer. Het gevolg is dat minder sporen afsterven.

Door een samenspel van gewasontwikkeling en weersomstandigheden neemt de kans op bladnat-

periodes van voldoende lengte toe gedurende het groeiseizoen, gecombineerd met een vaak toenemende infectiedruk, neemt het infectierisico dus sterk toe. De lengte van bladnatperiodes is ook afhankelijk van de loofontwikkeling van het gewas. Hoe zwaarder het loofapparaat ontwikkeld is, hoe langer de periodes met hoge luchtvochtigheid in het gewas duren. Daarom is de raskeuze en de hoogte van de stikstofbemesting direct van invloed op het infectierisico.

Hoe resistenter een ras is, hoe beter het gewas omstandigheden die gunstig voor Phytophthora zijn, kan weerstaan. Hoeveel werkzaam middel nog aanwezig is, is afhankelijk van het aantal dagen dat voorbij is na de laatste bespuiting, het weer in die periode en de soort en hoeveelheid middel die gebruikt is. Hierover bestaat weinig gedetailleerde kennis. Veel regenval doet de bladbedekking in ieder geval geen goed.

Bij aanwezigheid van Phytophthora in het gewas kan deze tot sporenvorming komen wanneer er 's nachts voldoende vochtige omstandigheden zijn, bij gematigde temperaturen van 8 tot 13°C. Voor de rijping is daglicht nodig (donker weer), wat dan in enkele uren kan plaatsvinden. Ultraviolet licht (zonneshijn) en uitdroging maken de sporen onschadelijk. De periode tussen kieming van een spore en het vrijkomen van nieuwe sporen, bedraagt minimaal vier tot zeven dagen. Wanneer de temperatuur op een dag beneden de 10°C komt, zal er die dag geen sporulatie plaatsvinden.

4 Beschikbare bestrijdingsmiddelen en dosering.

De beschikbare actieve stoffen ter beheersing van Phytophthora zijn in twee categorieën te verdelen: de preventief werkende contact fungiciden en de systemisch werkende middelen. De eerste groep bestaat uit stoffen uit de volgende chemische groepen:

- 1 koperverbindingen;
- 2 1,2 bi-dithiocarbamaten (o.a. maneb, mancozeb);
- 3 Phthalimiden (o.a. captafol);
- 4 trifenyl(organo)tin-verbindingen (fentinacetaat);
- 5 Phthalonitriden (chloorthalonil).

De systemische fungiciden komen voort uit de volgende groepen:

- 1 cyano-acetamide-oxides (cymoxanil);
- 2 phenylamides (metalaxyl);
- 3 carbamaten;
- 4 cinnamic acid producten (in ontwikkeling).

Tabel 2 geeft een overzicht van de werking van de belangrijkste groepen middelen. Deze worden hieronder besproken.

Dithiocarbamaten (maneb, mancozeb, metiram) zijn pure preventieve fungiciden. Hun werking is beperkt tot het allereerste begin van de levenscyclus, met name de kieming van sporen. Het middel wordt niet in het blad opgenomen. Benodigd spuitinterval 3-14 dagen, afhankelijk van regenval, ziektedruk en nieuwvorming blad. Benodigde hoeveelheid actieve stof 1,2-2,0 kg. De stof is in vele formuleringen, mengsels en merknamen verkrijgbaar. Dithiocarbamaten zijn zacht voor het gewas, reden dat ze aanbevolen worden voor gebruik op een jong, kwetsbaar gewas. Op de milieutechnische bezwaren van het afbraakprodukt ETV is reeds gewezen. Reden waarom deze stoffen zwaar onder druk staan.

Tabel 2. Werkingsspectrum belangrijkste fungicide-groepen bij de bestrijding van Phytophthora.

	Dithiocarbamaten	Organotin	Cymoxanil	Phenylamides ¹⁾
loskomen zoospore	+++ ²⁾	+++	++	-
kieming	+++	+++	++	-
vorming appressorium	-	+	++	-
penetratie	-	+	++	-
uitgroei	-	-	+	+++
lesievorming	-	-	-	+++
sporulatie	-	++	-	+++

¹⁾ o.a. metalaxyl (Ridomil)

²⁾ +++ = goede werking; ++ = matig; + = slecht; - = niet.

Organotin-verbindingen (fentinacetaat) zijn ook enkel als preventieve fungiciden in te zetten. Deze stoffen remmen niet alleen de kieming, maar ook in geringe mate het binnendringen van reeds gekiemde sporen. Belangrijker nog is de werking op het vrijkomen van sporen (anti-sporulatie). Hiermee in samenhang staat de goede werking op het voorkomen van knol-Phytophthora, die aan deze middelen wordt toegeschreven. Bovendien hechten ze beter aan het blad dan dithiocarbamaten, waardoor hun werking verlengd wordt. De benodigde hoeveelheid actieve stof bedraagt 160-260 gram per ha voor fentinacetaat. de fytoxiciteit van deze stoffen is vrij groot, met name in een jong gewas. Een spuitschema met enkel fentinacetaat kan leiden tot opbrengstdervingen van 10%. Reden dat in de advisering/handel fentinacetaat gemengd is met de zachtere dithiocarbamaten en met name aanbevolen wordt voor de tweede helft van het groeiseizoen.

Cymoxanil is een beperkt curatief werkende stof en wordt gekarakteriseerd door een lokale systemische werking zonder systemische translocatie. De stof is slechts enkele dagen actief doordat ze snel wordt afgebroken, met name bij warm weer. Daarom wordt het slechts verhandeld in mengsels met langer werkende preventieve fungiciden. Het vertoont zowel post-infectie als preventieve activiteit bij doseringen van 80 tot 120 gram actieve stof per ha. Cymoxanil remt de kieming en het binnengroeien van de schimmel in het blad tot slechts circa twee dagen na de

kieming. Dat is in een periode dat nog geen symptomen zichtbaar zijn! Het gebruik van deze middelen wordt dan ook geadviseerd wanneer door omstandigheden het spuitinterval te lang wordt en er gunstige omstandigheden voor Phytophthora-infectie voorkwamen.

Metalaxyl werkt sterk curatief doordat het met name de uitgroei en sporevorming van de schimmel aanpakt. Het eerste gedeelte van de levenscyclus wordt echter niet aangepakt. Metalaxyl kan ingezet worden bij reeds aanwezige symptomen en geeft bij doseringen bij 200-250 gram bescherming gedurende 10-14 dagen. De stof is toxisch voor de schimmel in het bladweefsel, wordt snel opgenomen door blad en stengel en bevredigend systemisch verplaatst in het weefsel. Daardoor biedt het ook bescherming aan nieuw-gevormd blad. Ingezet als curatief middel dient het herhaald ingezet te worden na 5-7 dagen om de uitgroei van de schimmel en de sporulatie compleet te stoppen. Door systemisch transport bereikt metalaxyl ook de knollen waar het reeds in de dan aanwezige hoeveelheden biologisch effectief actief is.

Groot nadeel van deze stof is dat bij wijd verspreid gebruik snel vrij ernstige problemen met resistentie-ontwikkeling ontstaan. Het gebruik van deze stof dient dan ook tot het hoogst noodzakelijke beperkt te blijven. Milieukundig staat deze stof wegens eerder genoemde redenen behoorlijk onder druk.

Zeer recent is een nieuw middel ter beschikking gekomen: fluazinam (Shirlam). Meer hierover in bijlage 1.

De mate van afdoende chemische bescherming van het loof, te karakteriseren door bedekkingsgraad en werkzaamheid, is afhankelijk van:

- soort en hoeveelheid middel;
- aantal dagen na toepassing in relatie tot het weer.

Het middel breekt langzaam af door fotolyse onder invloed van zonlicht en spoelt af door regenval. Hierover bestaat weinig gedetailleerde kennis. Complicatie bij het beschermd houden van het loof is de voortdurende nieuwvorming van blad na een bespuiting. Omdat de preventieve middelen niet door de plant opgenomen, noch systematisch getransporteerd worden, is dit nieuwe blad onbeschermd. Bij de keuze van de lengte van het interval tussen twee bespuitingen dient hiermee rekening gehouden te worden.

In Nederland zijn de beschikbare handelsprodukten te verdelen in de volgende categorieën:

- dithiocarbamaten;
- dithiocarbamaten + fentinverbindingen;
- mengsels met cymoxanil en/of metalaxyl;
- koper-, chloorthalonil-produkten.

De verschillen in formulering en concentratie actieve stof zijn zeer groot bij de geweldige hoeveelheid middelen die toegelaten zijn (bijlage 1 en 2). Ter illustratie, hier een overzicht van een aantal veel gebruikte middelen.

Tabel 3. Overzicht van enkele fungiciden, adviesdosering, concentratie actieve stof en dergelijke.

merknaam	advies- dosering (kg)	actieve stof-% (a.s.)			
		cymoxanil	mancozeb	maneb	fentinacetaat
Aacuram	2-2,5	4	34	-	11
Topper	3-4	2,5	60	-	-
Curzate M	2-3	4	65	-	-
Maneb Brestan	1,8-2,5	-	-	62,5	9
Aastaneb	1,8-2,5	-	-	45	11
Trimastan	1,8-2,5	-	-	33	11
Maneb	2-4	-	-	80	-

merknaam	totaal		spreiding in a.s. (g) bij		
	a.s. (kg)		geadviseerde dosering		
Aacuram	0,98-1,22	80-100	680-850	-	220-270
Topper	1,88-2,50	75-100	1800-2400	-	-
Curzate M	1,38-2,07	80-120	1300-1950	-	-
Maneb Brestan	1,29-1,79	-	-	1125-1563	162-225
Aastaneb	1,01-1,40	-	-	594-825	198-275
Trimastan	1,79-1,10	-	-	594-825	198-275
Maneb	1,60-3,20	-	-	1600-3200	-

De geadviseerde dosering aan actieve stof van bijvoorbeeld de mancozeb/cymoxanil combinaties loopt uiteen van 1,38 kg tot 2,50 kg en die van de genoemde maneb/fentincombinaties van 0,79 tot 1,79 kg. Maneb alleen van 1,60 tot 3,20 kg en Aacuram slechts van 0,98 tot 1,22 kg.

Opvallend is dat de hoeveelheid actieve stof aan fentinacetaat in alle merkproducten vrij constant is: variërend met de dosering van circa 200 tot 275 gram, conform de chemisch benodigde hoeveelheid zoals die hierboven is beschreven. De maneb en mancozeb hoeveelheden variëren echter zeer sterk, waarschijnlijk afhankelijk van de formuleringen, echter vaak veel meer dan noodzakelijk lijkt. Uit de vele proeven die de PD ten behoeve van de toelating van middelen gedaan heeft, is geen structureel verschil te ontdekken in werkzaamheid van de maneb/fentin combinaties. Daarom wordt aanbevolen gebruik te maken van de middelen met de laagste gehalten actieve stof (laagste maneb/mancozeb gehalte). Dat betreft dan de 33/11, 34/11 of 34/9,5 formuleringen zoals Trimastan, Uromatin etc.

- Toepassing van enkel dithiocarbamaten leidt tot zeer hoge actieve stof-inzet en dient daarom tot een minimum beperkt te blijven (begin groeiseizoen).
- Aanbevolen wordt om bij inzet van een licht curatief middel te kiezen voor Aacuram (zie tabel 3),

gezien het feit dat bij dit middel de totale hoeveelheid actieve stof bij de benodigde nog cy-moxanil, het laagste is.

5 Spuitschema, middelenkeuze en dosering

Om Phytophthora afdoende te beheersen zijn regelmatig bespuitingen met preventief werkende fungiciden noodzakelijk. Belangrijkste vragen zijn daarbij: tijdstip 1e bespuiting, intervallengte tussen twee bespuitingen, middelenkeuze en dosering. Bij het nemen van beslissingen en het maken van keuzes dient (zie o.a. hoofdstuk 3) gelet te worden op alle factoren die samenhangen met het risico van optreden van Phytophthora:

- de infectiedruk, van buiten of van binnen bedrijf;
- de resistentie van het ras;
- de gewasontwikkeling/microklimaat;
- de weersomstandigheden;
- de mate van afdoende chemische bescherming van het loof door fungiciden.

Deze punten zijn in de voorgaande hoofdstukken aan de orde geweest.

Hoe resistenter een ras is, hoe beter het gewas omstandigheden die gunstig zijn voor Phytophthora kan weerstaan. Resistentie remt kieming, vestiging en uitgroei van Phytophthora. Mits er geen primaire haarden in het perceel voorkomen en er geen Phytophthora in de omgeving voorkomt, kan dan ook in rassen met een resistentiecijfer hoger of gelijk aan 6, de eerste bespuiting uitgesteld worden tot rond gewassluiting. Zoals besproken in hoofdstuk 3 is het infectie-risico tot aan gewassluiting zeer beperkt. Controle op primaire haarden en tijdig op de hoogte zijn van aantastingen in de omgeving is daarbij vereist.

Preventieve fungiciden blokkeren/remmen kieming en binnendringen van de schimmel. De hoeveelheid nog aanwezig middel op het bladapparaat en de resistentie van de plant werken dus samen ter beperking van het infectie-risico. Uit Amerikaans onderzoek in de zeventiger jaren bleek dat dit gegeven gebruikt kan worden om de hoeveelheid in te zetten fungiciden terug te brengen bij het gebruik van resistenter rassen. Dit kan door hetzij het interval te verlengen, hetzij de dosering te verlagen. Op het proefbedrijf OBS te Nagele werd bij tamelijk resistente rassen (waaronder Santé (matig bemest)) het aantal bespuitingen meer dan gehalveerd, zonder schadelijke gevolgen. De eerste bespuiting vond plaats bij gewassluiting. De intervallen in afhankelijkheid van het weer werden verlengd tot ongeveer 10 tot 20 dagen. Deze methode is risicovol vanwege het feit dat relatief veel jong blad onbeschermd is. Bovendien loopt bij aanbouw van verschillende rassen het optimale bespuitingstijdstip uiteen. Dat leidt tot extra bespuitingen. Verlaging van de dosering lijkt een beter hanteerbare en minder risicovolle aanpak.

Op grond van ervaringen en proeven in de Verenigde Staten en Engeland en vergelijking van de

gebruikte rassen met de verbouwde rassen in Nederland, is in tabel 5 aangegeven hoe rasafhankelijk de dosering van maneb/fentin combinaties verlaagd kan worden. De oplopende dosering gedurende het groeiseizoen hangt samen met het oplopende infectie-risico (hoofdstuk 3).

Tabel 5. Resistentie afhankelijke dosering (kg/ha merkprodukt) maneb/fentin middelen bij de bestrijding van *Phytophthora infestans*.

periode dag/maand	resistentiecijfer loof					
	3	4	5	6	7	8
tot 1/7	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8
1/7-1/8	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0
1/8-1/9	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2
1/9 tot eind	2,5	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5

Voorwaarde is het handhaven van het gebruikelijke spuitinterval van 7 tot circa 12 dagen.

Middelenkeuze:

Binnen de huidige groep beschikbare preventieve fungiciden wordt in een geïntegreerde strategie gekozen voor maneb/fentin combinaties met de laagst mogelijke gehalten aan actieve stof (circa 35/10). Gezien het feit dat alle middelen onder hoge milieukundige druk staan, wordt het accent gelegd op vermindering van het gebruikte volume actieve stof. Bovendien zijn deze combinaties het meest bedrijfszeker (hoofdstuk 4).

Bij gebruik van duidelijk verlaagde doseringen lijkt het risico van gewasbeschadiging bij de eerste bespuitingen zeer beperkt. Geadviseerd wordt dan ook om af te zien van de inzet van het zeer hoog (actieve stof) gehaltige maneb. Wanneer onvoorzien het interval tussen twee bespuitingen zodanig verlengd wordt dat er een risico ontstaat voor het optreden van infectie, dient de inzet van een "licht" curatief, dus cymoxanil bevattend middel overwogen te worden. de voorkeur gaat dan uit naar Aacuram (laagst gehaltig aan actieve stof bij voldoende werking).

Bij gebleken *Phytophthora* aantasting kan inzet van een dergelijk middel (herhaald na 3-4 dagen), in combinatie drogend, zonnig weer afdoende zijn om de infectie te stoppen. Bij regenachtig weer is inzet van Ridomil onontkoombaar.

Interval:

Uitgegaan wordt van een "normaal" interval van 7-12 dagen. Bij weinig regenval, veel zonneschijn, weinig dauw en een lage infectiedruk kan het interval aan de lange kant worden gekozen. Kennis van de levenscyclus van *Phytophthora* (hoofdstuk 2) en de infectie-risico's (hoofdstuk 3) kunnen behulpzaam zijn bij de te nemen beslissingen.

6 Geïntegreerde bestrijdingsstrategie Phytophthora

Tenslotte is in tabel 6 een bestrijdingsstrategie voor Phytophthora geformuleerd, waarmee een verlaagde inzet aan actieve stof bereikt kan worden, zonder toe te geven op de bedrijfszekerheid. Beheersing van Phytophthora begint met een maximum aan preventieve maatregelen om primaire infectiebronnen te voorkomen. Een groter aandeel resistentere rassen in het Nederlands aardappelareaal kan hieraan een bijdrage leveren. Hygiënische maatregelen zijn zowel landelijk, regionaal als op bedrijfsniveau van belang. Zo dient het risico van het voltooiën van de cyclus: aantasting van het gewas, knolinfectie, verliesknollen en opslag uit zieke planten c.q. het uitpoten van ziek materiaal, geminimaliseerd te worden.

Op teeltniveau kan het risico van infectie en uitgroei beperkt worden door een combinatie van resistente rassen en verlaagde N-bemesting, en zorg voor een uniform regelmatig groeiend gewas. Bij de bestrijding is een preventieve aanpak noodzakelijk; echter, zo mogelijk gebaseerd op regionale informatie over infectiehaarden, weersomstandigheden en gewasinspectie. Bij de inzet van preventieve fungiciden kan op grond van een resistent ras de eerste bespuiting verlaat worden en de dosering van het fungicide rasafhankelijk verlaagd worden.

Tabel 6. Geïntegreerde bestrijdingsstrategie voor Phytophthora infestans.

Preventie (niet-chemisch)

Regionaal-landelijk niveau

- Vermindering van Phytophthora-infectiedruk door:
 - rassenspreiding, teelt van rassen met minimaal een 6 voor Phytophthora-resistentie in loof en knol;
 - hygiënische maatregelen zoals de vernietiging van aardappelopslag;
 - terugdringing van Phytophthora buiten de professionele akkerbouw, zoals in volkstuintjes.

Bedrijfs-perceelsniveau

- Terugdringing van potentiële Phytophthora-infectiebronnen door:
 - hygiënische maatregelen zoals de tijdige vernietiging van aardappelopslag op afvalhopen en buiten de aardappelpercelen en een zo gering mogelijk aandeel zieke knollen in het pootgoed;
 - beperking aandeel verliesknollen;
 - voorkomen van Phytophthora-aantastingen in gewas.

Teeltniveau (teelttechniek)

- Terugdringing van het risico van infectie, uitgroei en sporulatie door:
 - ongunstiger microklimaat via verlaagde N-bemesting (minder weelderig gewas);
 - zorg voor uniform, regelmatig groeiend gewas (geen zwakke plekken en/of irreversibele veroudering);

- maximale resistentie van het te verbouwen ras;

Bestrijdingsnoodzaak

- regionale informatie over omvang/tijdstip van met name de eerste infecties, infectiedruk etc.;
- goede gedetailleerde informatie over weersomstandigheden in het algemeen en over het microklimaat in het gewas in het bijzonder;
- regelmatige gewasinspectie (2 x per week) van de percelen op het voorkomen van haarden, met name op plekken met een zwaar gewas en/of op in de luwte gelegen plekken (wendakkers).

Bestrijding

- preventieve bestrijding op basis van gewasinspectie, weersomstandigheden en regionale informatie. Hierbij zijn drie zaken van groot belang: tijdstip van eerste bespuiting, interval van bespuiting en middelenkeuze;
 - eerste bespuiting: bij sluiten van het gewas, als er geen Phytophthora in de omgeving of in het perceel is geconstateerd (op basis van verlaagde N-bemesting en resistent ras (minimaal 6)). Bij Phytophthora-druk in de omgeving, eerder beginnen!
 - interval: 7-14 dagen afhankelijk van weersomstandigheden;
 - middelenkeuze: maneb/tin middelen in formulering van circa 33% maneb, 10% fentinacetaat;
 - dosering: oplopend gedurende het seizoen, aangepast (verlaagd) bij resistentere rassen;
 - juiste toepassingstechniek.
-

Literatuur

F.J. Schwinn & P. Margot, 1991. Control with chemicals in "P. infestans, the cause of late blight of potato", eds. Ingvam, D.S. & P.H. Wilkins. *Advances in Plant Pathology*, vol. 7, Academic Press Limited ISBN 0-12-033707-X.

P. van Velde m.m.v. W.N. Lablans en R.Jilderda, 1991. *Phytophthora infestans*, een ziekte die veel aandacht en nog steeds veel fungiciden vraagt, deel 1 en 2, resp. in IKC-informatief nr. 3 en nr. 4, IKCAGV, Lelystad.

H. Campmans, 1991. Werking van tin bij *Phytophthora* knolziek. IKC-informatief nr. 5, IKCAGV, Lelystad.

Fry, W.E., 1978. Quantification of general resistance of potato cultivars and fungicide effects for integrated control of potato late blight. *Phytopathology*, vol. 68: 1650-1655.

Fry, W.E., 1975. Integrated effects of polygenetic resistance and a protective fungicide on development of potato late blight. *Phytopathology*, 65, 908-911.

Fry, W.E., 1977. Integrated control of potato late blight. Effects of polygenetic resistance and techniques of timing fungicide applications. *Phytopathology*, 67, p. 415-420.

Wijnands, F.G., 1991. Bestrijden van *Phytophthora*, een bodemloze put. *Boerderij/Akkerbouw*, nr. 6, p. 14-16.

Anonymus, 1990. Rapportage Werkgroep Akkerbouw. Achtergronddocument Meerjarenplan Gewasbescherming. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 103 pp.

Vereijken, P. & C.D. van Loon, 1990. Strategie voor een geïntegreerde teelt van aardappelen. In "Geïntegreerde akkerbouw naar de praktijk", red. P. Vereijken & W.G. Wijnands. PAGV-publicatie nr. 50, PAGV-Lelystad.

Blake, A., 1992. How to trim blight bills. *Arable supplement Farmers Weekly*, 6 March, p. 26.

Bijlage 1.

SHIRLAN

Shirlan is een nieuwe fungicide in de aardappelteelt. Werkzame stof fluazinam, afkomstig uit een nieuwe chemische groep. Het is een preventief werkend middel dat de kieming en penetratie van de schimmel blokkeert/remt. De fabrikant geeft aan dat het middel niet systemisch opgenomen wordt in de plant en remmend op de ademhaling van de schimmel werkt, waardoor ook uitbreiding en sporulatie tegengegaan zou worden.

De vloeibare formulering bevat 50% fluazinam. de dosering is 0,4 l/ha. Daardoor is de hoeveelheid actieve stof zeer laag.

In 1992 zal op grotere schaal ervaring opgedaan worden met dit middel. Grootschalige inzet op een bedrijf lijkt vooralsnog niet raadzaam, met name uit het oogpunt van risicospreiding.