

Naar een kostteneffectieve beheersing van bruinrot: ontwikkeling van een bio-economisch model

Annemarie Breukers¹, Wopke van der Werf², Monique Mourits³ en Alfons Oude Lansink³

¹ Landbouweconomisch Instituut, Hollandseweg 1, 6706 KN Wageningen, e-mail: Annemarie.breukers@wur.nl, tel.: 0317-484416.

² Wageningen Universiteit, lsg. Gewas- en Onkruidecologie, Haarweg 333, 6709 RZ Wageningen.

³ Wageningen Universiteit, lsg. Bedrijfseconomie, Hollandseweg 1, 6706 KN Wageningen.

Inleiding

Sinds 1995 is de Nederlandse aardappelketen getroffen door diverse uitbraken van bruinrot, een quarantaineziekte die veroorzaakt wordt door de bacterie *Ralstonia solanacearum* race 3, biovar 2. De directe gewasschade van bruinrot in Nederland is minimaal; veel ernstiger is de bedreiging die bruinrot vormt voor de export van pootgoed. Nederland is de grootste pootaardappelexporteur ter wereld en heeft daarom groot economisch belang bij het voorkomen van uitbraken van bruinrot. Inmiddels is, door de implementatie van een intensief en kostbaar bruinrotbeleid, het aantal detecties van besmette aardappelpartijen in de Nederlandse aardappelproductieketen teruggedrongen tot minder dan tien per jaar. Toch worden jaarlijks enkele miljoenen euro's uitgegeven aan preventieve maatregelen ter voorkoming van bruinrot in de keten. De overheid vraagt zich af of het bruinrotbeleid, gegeven de huidige situatie, nog wel kosteneffectief is en of er mogelijkheden zijn voor verbetering. Deze vragen waren aanleiding voor het promotieonderzoek 'bio-economische modellering

van bruinrot in de Nederlandse aardappelproductieketen', dat onlangs is afgerond.

Het ontwerp van een kosteneffectief beleid vereist kwantitatieve kennis van het effect van beheersstrategieën op de incidentie en economische gevolgen van bruinrot. Daarom is een bio-economisch model ontwikkeld, waarmee het effect van bruinrot-beheersstrategieën op de verspreiding en economische gevolgen van bruinrot gesimuleerd kan worden. Het bio-economisch model bestaat uit een epidemiologische en een economische component. Hieronder worden beide componenten kort toegelicht. Daarnaast worden aan de hand van enkele toepassingen de mogelijkheden van het bio-economisch model geïllustreerd.

Epidemiologisch model

Het epidemiologisch model simuleert de bruinrotodynamica over alle aardappeltelende bedrijven en akkerbouwpercelen in Nederland over een periode van meerdere jaren. De kleinste eenheid in het model waarvan het gedrag gemodelleerd wordt is de aardappelpartij. Een

aardappelpartij is gedefinieerd als een groep aardappelknollen of -planten van hetzelfde ras en dezelfde kwaliteitsklasse, die op hetzelfde perceel geteeld worden en behandeld worden als één eenheid. Het epidemiologisch model is ruimtelijk expliciet, waardoor ruimtelijke analyse van bruinrotincidentie en -verspreiding mogelijk is. Daarnaast bevat het model stochastische (d.w.z. kans-) elementen om onregelmatigheden die karakteristiek zijn voor bruinrotodynamica te kunnen weerspiegelen. Het model onderscheidt drie verschillende infectieroutes: primaire infectie, horizontale transmissie en verticale transmissie. Primaire infectie kan ontstaan via beregening van een aardappelgewas met besmet oppervlaktewater. Bruinrotbacteriën kunnen in het oppervlaktewater terechtkomen via besmette planten van de soort bitterzoet (*Solanum dulcamara*), een wilde waardplant die veel voorkomt langs de Nederlandse waterwegen. Horizontale transmissie kan plaatsvinden door direct of indirect (via machines) contact tussen een gezonde partij en een geïnfecteerde partij. Verticale transmissie betekent overdracht van bruinrot van

ARTIKEL

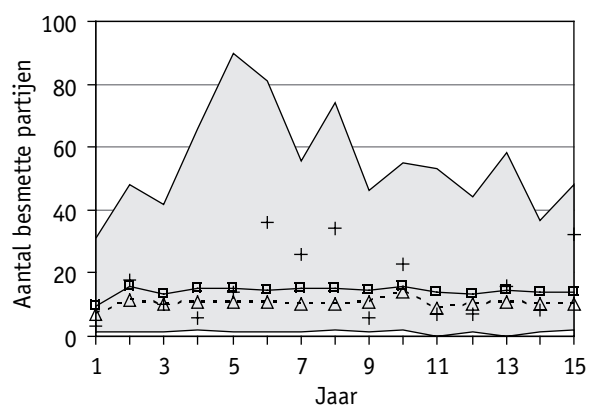
ouder- op dochterpartij via klonale vermeerdering van besmet pootgoed.

Toepassing van het model laat zien dat de gemiddelde gesimuleerde bruinrotincidentie in het standaardscenario (dat wil zeggen het Nederlandse bruinrotbeleid anno 2005) in de meeste jaren rond de tien besmettingen ligt (Figuur 1). Incidentele extremen zorgen echter voor een hoger gemiddelde, van circa vijftien besmettingen per jaar (Figuur 1). In dit scenario wordt zestig procent van alle infecties veroorzaakt door primaire infectie en twintig procent door verticale transmissie. De overige infecties worden veroorzaakt door horizontale transmissie, die met name optreedt tijdens rooien en inschuring. Verlaging van de bemonsteringsfrequentie van pootaardappelpartijen verhoogt de kans op verspreiding van bruinrot binnen de keten, waardoor het gemiddelde aantal besmette partijen toeneemt (Figuur 2). Vooral het relatieve aandeel van verticale transmissie neemt dan sterk toe, ten koste van het aandeel van primaire infectie.

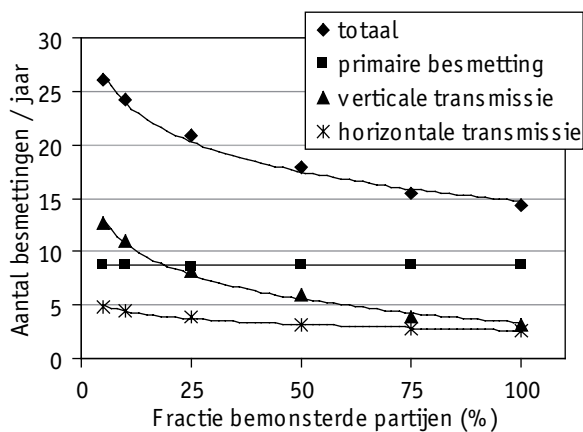
Bio-economisch model

Het epidemiologisch model is geïntegreerd met een economisch model tot een bio-economisch model. Dit model kwantificeert de kosten en baten van een beheersstrategie op grond van het effect van deze strategie op bruinrotincidentie in de aardappelproductieketen. Het economisch model onderscheidt drie kostencategorieën: structurele kosten, incidentele kosten en exportverliezen. Structurele kosten treden op als gevolg van preventieve maatregelen, zoals monitoring. Incidentele kosten zijn gerelateerd aan reactieve maatregelen die gelden in geval van detectie van een besmette partij, zoals vernietiging van de besmette partij en quarantainemaatregelen op betrokken bedrijven. Exportverliezen treden op als de waargenomen bruinrotincidentie een onacceptabel niveau bereikt voor landen die Nederlands pootgoed importeren. Exportverliezen ontstaan door een extreme uitbraak in een bepaald jaar, of door een relatief hoog niveau van bruinrotdetecties gedurende meerdere jaren.

Volgens de resultaten van het bio-economisch model zijn de gemiddelde kosten van bruinrot in het huidige Nederlandse beheersbeleid 7,7 miljoen euro per jaar (Tabel 1). Het verminderen van de bemonsteringsfrequentie van pootaardappelen van 100% naar 10% van alle partijen leidt tot een daling in structurele kosten van 2,5 miljoen euro. Echter, deze daling wordt ruimschoots overtroffen door een toename in exportverliezen van gemiddeld meer dan 6,5 miljoen euro. Ook blijkt dat de reactietijd van bruinrotincidentie in de productieketen – en daardoor ook die van economische gevolgen – onder een bepaald beleid verschillende jaren kan omvatten. Potentiële epidemiologische en economische gevolgen van een beleidsstrategie, zoals latente opbouw van het aantal besmettingen en het optreden van exportverliezen, kunnen niet altijd direct na ingang van de betreffende strategie worden waargenomen. Conclusies over de kosteneffectiviteit van beheersstrategieën zijn dus sterk afhankelijk van de periode waarover het systeem geobserveerd wordt.



Figuur 1. Gesimuleerde bruinrot dynamiek over een periode van vijftien jaar onder het bruinrotbeleid van 2005, gebaseerd op 100 herhalingen. De figuur toont de range van uitkomsten (grijze gebied), het gemiddelde (□, continue lijn), de mediaan (△, stippellijn), en de output van één willekeurige herhaling (+).



Figuur 2. Gemiddeld aantal besmettingen per jaar bij verschillende bemonsteringsfrequenties van pootaardappelpartijen, in totaal en per besmettingsroute.

ARTIKEL

Opties voor verbetering kosteneffectiviteit

Middels een impactanalyse zijn de effecten van een groot aantal factoren op de incidentie en economische gevolgen van bruinrot gekwantificeerd. Ook zijn belangrijke interacties tussen deze factoren geïdentificeerd. Factoren vertegenwoordigen beleidsopties, eigenschappen van actoren in de aardappelproductieketen, economische factoren, en sociale en omgevingseigenschappen (exogene factoren). De impactanalyse is uitgevoerd volgens de technieken van *Design of Experiments* en regressie-metamodelering. Het blijkt dat vooral beleids- en sectorfactoren een grote invloed hebben op de kosteneffectiviteit van bruinrotbeheersing, terwijl exogene en economische factoren minder belangrijk zijn. De meeste belangrijke beleids- en sectorfactoren vertonen positieve interacties: ze versterken elkaars effect op de incidentie of economische gevolgen van bruinrot. Resultaten van de analyse zijn gebruikt om scenariostudies uit te voeren, om verder te ontrafelen hoe de overheid en actoren in de keten de kosteneffectiviteit van beheersing van

bruinrot kunnen beïnvloeden. In de beheersing van bruinrot kunnen twee doelstellingen onderscheiden worden: (1) minimalisering van bruinrotincidentie, en (2) minimalisatie van kosten. Deze twee doelstellingen kunnen conflicteren met elkaar, aangezien maatregelen die de incidentie verlagen geld kosten. De geformuleerde scenario's verschillen in de mate waarin de sector en overheid belang hechten aan de twee doelstellingen. De resultaten tonen kwantitatief aan dat samenwerking tussen de sector en overheid de meeste toename in kosteneffectiviteit oplevert. Als de sector maximaal inzet op minimalisering van bruinrotincidentie (doelstelling 1) neemt de bruinrotincidentie met meer dan 50% af. Daardoor kunnen de overheidsmaatregelen sterk versoepeld worden (doelstelling 2), wat volgens het model een kostenbesparing van 4 miljoen euro per jaar oplevert. Omgekeerd geldt dat wanneer individuele actoren hun kosten minimaliseren door activiteiten die het risico van bruinrotincidentie verhogen, zelfs een zeer intensief en kostbaar bruinrotbeleid een hoge bruinrotincidentie en regelmatige exportverliezen niet kan voorkomen.

Conclusies

Het bio-economisch model kan het ontwerp van optimale bruinrotbeleidsopties vergemakkelijken. Het biedt inzicht in het effect van verschillende factoren op de incidentie en economische gevolgen van bruinrot in de Nederlandse aardappelketen, en maakt *ex ante* evaluatie van de kosteneffectiviteit van beheersstrategieën mogelijk. Bovendien kan het model een actieve rol spelen in het creëren van draagvlak in de sector. Het model biedt de mogelijkheid tot objectieve communicatie over de kosten en baten van maatregelen en levert kwantitatief bewijs voor de potentiële waarde van een bijdrage van de sector in bruinrotbeheersing. De inzichten waartoe het model heeft geleid gelden niet alleen voor bruinrot, maar voor beheersing van quarantaineziekten in het algemeen. Het conceptuele kader waarin het bio-economisch model ontwikkeld is leent zich eveneens voor andere (quarantaine-)ziekten.

Meer informatie: proefschrift Wageningen Universiteit, *Bio-economic modelling of brown rot in the Dutch potato production chain*, A. Breukers, 2006.

Tabel 1. Gemiddelde jaarlijkse kosten van bruinrot in miljoenen euro's per jaar, voor het huidige beleid en een alternatieve beheersstrategie.

Kostencategorie	Huidige beleid	Verlaagde bemonsteringsfrequentie
Structurele kosten	6,1	3,6
Incidentele kosten	0,72	1,4
Exportverliezen	0,81	7,5
Totale kosten	7,7	12,5