

Risicoanalyse van minder milieubelastende teeltstrategieën in de akkerbouw

Abco de Buck

Wageningen Universiteit, Leerstoelgroep Agrarische Bedrijfseconomie - thans werkzaam bij Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB), afd. Agrosysteemkunde - Postbus 14 -6700 AA Wageningen -
Telefoon 0317-475949 - a.j.debuck@ab.wag-ur.nl

De maatschappelijke wens ter reductie van de milieubelasting bepaalt steeds nadrukkelijker de randvoorwaarden voor pesticiden- en meststoffengebruik in de akkerbouw. Een hoog niveau aan milieubelastende inputs stelde de hoge gewasopbrengsten van de afgelopen decennia veilig onder een brede range aan productieomstandigheden. Dit maakt productierisico's van nieuwe, kennisintensieve, low-input methoden onderwerp van discussie. Productierisico's ten gevolge van variabele productieomstandigheden kunnen worden beschreven aan de hand van kansverdelingen in bijvoorbeeld opbrengst, bewerkingskosten, milieubelasting (door pesticiden- of meststoffengebruik) en benodigde arbeid. Dit artikel beschrijft het gebruik van bio-economische modellen in de analyse van productierisico's van teeltstrategieën in diverse akkerbouwgewassen, met een case voor onkruidbestrijding in suikerbieten. De onderzochte teeltstrategieën zijn te rangschikken van traditioneel 'gangbaar' tot 'low-input'.

Trefwoorden: bio-economische modellering, geïntegreerde akkerbouw, risico-analyse

Inleiding

De Nederlandse akkerbouw heeft de afgelopen decennia een enorme stijging in productie per hectare te zien gegeven. Daarbij is de akkerbouw in toenemende mate afhankelijk geworden van het gebruik van pesticiden en meststoffen. De wens vanuit de maatschappij om de milieubelasting terug te dringen bepaalt steeds nadrukkelijker de randvoorwaarden voor het gebruik van pesticiden en meststoffen in de akkerbouw. Deze wens heeft geleid tot concrete regelgeving en afspraken zoals bijvoorbeeld in het Meerjarenplan Gewasbescherming, het Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen en in EU-verband de Nitraatrichtlijn. Vanaf de tachtiger jaren heeft het onderzoek en de voorlichting hierop ingespeeld door bijvoorbeeld de ontwikkeling van Geïntegreerde Bedrijfssystemen, in Europees verband bekend als Integrated Arable Farming Systems (IAFS). Thans is een aantal projecten afgerond ('Innovatieproject Akkerbouw' en 'Akkerbouw naar 2000') en worden nieuwe projecten opgestart ('Voorwaarts!') om de introductie

van minder milieubelastende bedrijfssystemen in de praktijk te begeleiden.

In de hoge inputniveaus is een 'verzekeringspremie' ingebouwd om de hoge opbrengstniveaus onder een brede range aan (weers)omstandigheden te waarborgen. De tendens tot een royaal gebruik van inputs leidt tot diffuse lekstromen van pesticiden en nutriënten naar het milieu. In IAFS worden verliezen naar het milieu beperkt door een verminderd gebruik van schadelijke inputs. Opbrengstreducties en andere teeltrisico's worden tegengegaan door betere benutting van de inputs. De boer als manager van zo'n efficiënt, low-input productieproces heeft veel landbouwkundige kennis en informatie nodig om variatie in omgevingsfactoren te vertalen in bemestings- en bestrijdingsmaatregelen in het groeiseizoen. In IAFS staan meer technieken ter keuze dan in de 'gangbare' akkerbouw, zoals de inzet van mechanische bestrijdingsmethoden, technieken die nauwkeuriger plaatsing, en verlaagde dosering van pesticiden en mest mogelijk maken. Naast toepassing van nieuwe technieken kan de benutting van inputs worden vergroot door afstemming van het moment van toepassing op de vraag. Een geautomatiseerd MIS kan de boer ten dienste staan bij een effectieve inzet van inputs (bijvoorbeeld variabele spuitintervallen in de Phytophthorabestrijding).

Risico's van minder milieubelastende strategieën

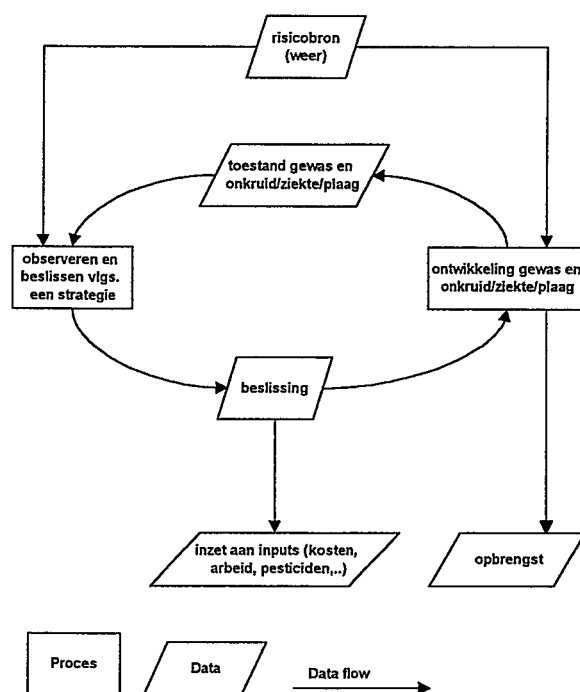
De vraag dringt zich op of de productierisico's niet toenemen bij verminderd gebruik van milieubelastende inputs, waarbij dus 'verzekeringspremies' worden afgebouwd. Risico's van milieubelastende teeltstrategieën –voor zover veroorzaakt door jaarlijkse variaties in weersomstandigheden– komen voort uit variatie in fysieke opbrengsten; variatie in bewerkingskosten en variatie in milieubelasting door het gebruik van inputs. De beperkte arbeidscapaciteit op een akkerbouwbedrijf of de volgtijdelijkheid van activiteiten kan leiden tot een organisatorisch risico voor de uitvoering van activiteiten die deel uitmaken van een minder milieubelastende teeltstrategie (bijvoorbeeld handwieden van onkruid of voorjaarstoediening van dierlijke mest). Deze materie is het onderwerp van het in februari 1998 afgesloten onderzoeksproject 'Risks and farmers' perceptions of risk in the conversion to more sustainable production techniques on arable farms', waarin WU (de huidige leerstoelgroepen Agrarische Bedrijfseconomie, en

Communicatie en Innovatie Studies), PAV en LEI deelnamen. Dit artikel beschrijft een methode om computermodellen in te zetten om de variatie in omstandigheden door te rekenen naar variatie in opbrengsten, bewerkingskosten, milieubelasting (door pesticidengebruik of nutriëntenuitspoeling) en benodigde arbeid (voor onkruidbestrijding). Op deze manier kunnen de risico's van een range aan meer en minder milieubelastende teeltstrategieën worden vergeleken.

Bio-economische modellering en milieu

Een akkerbouwbedrijf produceert een aantal verschillende gewassen. Het productieproces van een gewas kent een aantal onderdelen: bijvoorbeeld grondbewerking, bemesting, ziektenbestrijding, onkruidbestrijding en oogst. Een aantal van deze onderdelen kan uitgevoerd worden volgens een aantal varianten of *strategieën*. In ons onderzoek zijn voor een aantal belangrijke teeltonderdelen een aantal strategieën geformuleerd, variërend van 'gangbaar' (dat is volledig afhankelijk van pesticiden en hoge bemestingsniveaus) tot 'low-input' of 'geïntegreerd' (waar zoveel mogelijk inputbesparende maatregelen worden ingepast; conform IAFS). Alle strategieën zijn gemodelleerd volgens de laatste agronomische inzichten. Deze strategieën vormen het vertrekpunt voor een aantal *bio-economische* modellen om de teelt- en milieurisico's te onderzoeken. Het is theoretisch niet op voorhand uit te sluiten dat een geïntegreerde strategie leidt tot een lagere milieubelasting. Indien bijvoorbeeld een mechanische techniek of een bespuiting met een lage dosering door ongunstige weersomstandigheden mislukt is, kan een 'zware' behandeling met curatieve pesticiden nodig zijn om ernstige gewasschade te voorkomen. Aan de hand van onkruidbestrijding in suikerbieten wordt het concept van deze modellen uitgewerkt. Dit stramien is tevens toe te passen op andere teeltonderdelen in andere gewassen.

In Figuur 1 zijn de processen en de informatiestromen in schema gezet voor een *bio-economisch* model van een teeltonderdeel met een cyclisch karakter binnen een teeltseizoen. Het linkerproces stelt de beslissers voor in de persoon van de boer, die de keuze heeft uit een aantal maatregelen, die in de strategie zijn toegelaten. Elke maatregel heeft een aantal specifieke eigenschappen zoals de bewerkingskosten (kosten aan middelen en werktuigkosten), pesticidengebruik, arbeidsbehoefte en effectiviteit. De beslissing voor het uitvoeren van een maatregel (of geen maatregel) wordt gebaseerd op een rekenregel (waarin kosten en effectiviteit onder de gegeven omstandigheden worden afgewogen) en informatie over het weer en –in het geval van onkruidbestrijding in suikerbieten– de toestand van het gewas en het onkruid. De beslissing wordt in het rechterproces 'onkruidgroei' en 'gewasgroei' geëffectueerd. De processen 'onkruidgroei' en 'gewasgroei' worden ook gestuurd door meteorologische data. Het effect van een maatregel op gewas en onkruid is dus niet op voorhand bekend maar bereikt in een volgende tijdstep de beslissers. De tijdspanne van één rondgang komt overeen met het –op grond van praktijkervaring– minimum tijdsinterval tussen twee beslismomenten. De start van een cyclus voor één seizoen begint in het geval onkruidbestrijding in suikerbieten met de groei van het gewas en eindigt op het moment dat onkruidbestrijding niet meer nodig is door volledige bedekking door het gewas. Het resultaat van een doorgerekende cyclus is een seizoen-specifieke reeks met



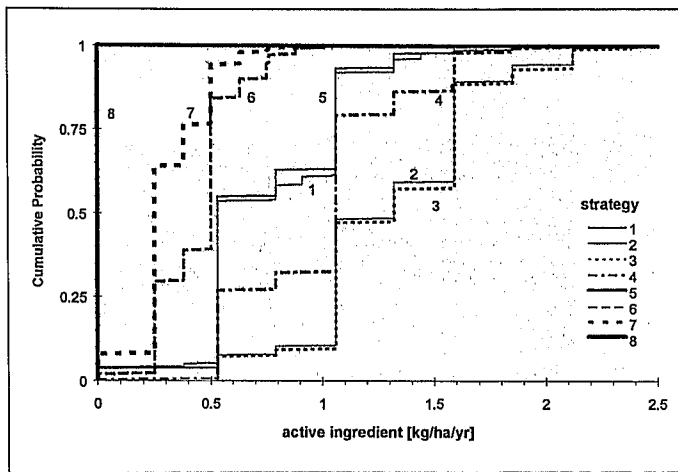
Figuur 1. Conceptueel model van een beslissingsprobleem met meerdere beslismomenten ter bestrijding van onkruid, ziekten of plagen in een landbouwgewas

uitgevoerde maatregelen, inclusief de bewerkingskosten, de behoefte aan bijvoorbeeld pesticiden en arbeid en een uiteindelijke gewasopbrengst.

Een *bio-economisch* model zoals in dit artikel is beschreven, integreert kennis op het gebied van agronomie, gewaskunde, onkruidkunde, bodemkunde, plantenvoeding en/of gewasbescherming. Niet alle benodigde kennis is beschikbaar via de literatuur. *Expert elicitation* kan ontbrekende, niet-gepubliceerde stukken kennis invullen. Een bestaand computermodel kan bruikbaar zijn indien de opzet past in ons conceptueel model (Figuur 1) en indien de relaties in het model geldig en te valideren zijn voor de situatie in Nederland. In de gebruikte modellen zijn teeltstrategieën geformuleerd: welke technieken en maatregelen worden ingezet volgens welke beslisseregels. Validatie vindt met proefveldgegevens en/of gegevens uit de praktijk plaats.

Berekenen van teelt- en milieurisico's

Voor één strategie kan een reeks aan jaren worden doorgerekend, waarbij steeds dezelfde uitgangssituatie geldt. Voor deze jaren dienen zo specifiek mogelijke meteorologische gegevens aanwezig te zijn (in het geval van Phytophthora-bestrijding zijn uurlijkse waarnemingen in een gewas gebruikt). Bij een voldoende lange reeks aan jaren, representatief voor alle voorkomende omstandigheden, kunnen de resultaten uitgezet worden in kansverdelingen voor gewasopbrengst, bewerkingskosten, benodigde pesticiden, N-uitspoeling en/of benodigde arbeid. Deze kansverdelingen geven een beschrijving van de risico's van een strategie. Risico's zijn gedefinieerd als de kansverdelingen van parameters, welke negatieve gevolgen voor de betrokkenen kunnen veroorzaken. Voorbeelden van zulke parameters die bij verschillende teeltonderdelen een rol spelen zijn: opbrengst, bewerkingskosten, actieve stof gebruik (met



Figuur 2. Cumulatieve kansverdeling voor actieve stofgebruik van 8 strategieën in onkruidbestrijding in suikerbieten

negatieve gevolgen voor het milieu), benodigde arbeid en N-uitspoeling.

Als voorbeeld wordt een case gepresenteerd voor onkruidbestrijding in suikerbieten, waarvoor een achttal strategieën zijn geformuleerd (in de volgorde van 'gangbaar' tot 'geïntegreerd', met uitzondering van strategie 1)

- 1 fictieve strategie, waarbij alle mogelijke technieken zijn toegestaan
- 2 volvelds bespuiten volgens LDS (lage dosering systeem)
- 3 2, gecombineerd met machinaal schoffelen
- 4 2, gecombineerd met machinaal aanaardend schoffelen
- 5 2, gecombineerd met aanaardend schoffelen en eggen
- 6 rijenspuiten, gecombineerd met schoffelen en aanaardend schoffelen
- 7 6, gecombineerd met eggen
- 8 alleen mechanische bestrijdingstechnieken, d.w.z. (aanaardend) schoffelen en eggen.

Bij alle strategieën is handmatig wieden een optie. Voor elke maatregel is de toepassingsmogelijkheid (afhankelijk van gewasgrootte, onkruidgrootte en weersomstandigheden) en de effectiviteit (dodingspercentage) gedefinieerd op basis van onderzoek en *expert elicitation*. Het onkruidbestand wordt gedefinieerd door parameters voor de grootte van het onkruid en het aantal onkruidplanten per m², waarbij een vaste botanische samenstelling is verondersteld. Een model voor gewasontwikkeling bepaalt het begin (de opkomst) en het einde (de sluiting van het gewas) van een reeks aan onkruidbestrijdingsmaatregelen. Een beslisregel komt in twee stappen al dan niet tot uitvoering van een maatregel. De eerste stap is het toetsen van het onkruidbestand en de effectiviteit van alle mogelijke maatregelen aan drempelwaarden. Indien een maatregel nodig is, wordt in de tweede stap de maatregel met de laagste kosten/effectiviteitsratio gekozen.

Op basis van gegenereerde kansverdelingen worden de risico's tussen de acht strategieën vergeleken. Als voorbeeld in Figuur 2 blijken grote verschillen tussen meer milieubelastende (strategieën 2 en 3; gebaseerd op volveldse bespuitingen) en minder milieubelastende (strategieën 6 en 7; gebaseerd op rijenbespuiting in combinatie met machinaal schoffelen) strategieën en een volledig mechanische strategie (8), gebaseerd op eggen. Niet alleen de mediaan, maar ook de pieken in actieve stofgebruik van de strategieën, gebaseerd op volveldsspuiten, liggen hoger dan die van minder milieubelastende strategieën. De

kansverdeling voor variabele bestrijdingskosten is nagenoeg identiek aan het verloop van Figuur 2. Aparte kansverdelingen zijn gegenereerd voor de parameters geschoolde arbeid en ongeschoolde arbeid voor handmatig wieden.

Aldus zijn voor verschillende teeltonderdelen (onkruidbestrijding, ziekte- en plaagbestrijding en bemesting) in verschillende gewassen risico's te berekenen. In het bovenstaande is het Bio-Economic model on Strategy choice in Weed control IN Sugar beet (BESTWINS, De Buck *et al.*, 1999a) besproken. Andere ontwikkelde, soortgelijke *bio-economische* modellen zijn Bio-Economic model of Late Blight control Options and Risk (BE-LABOR, De Buck *et al.*, 1999b, deels gebaseerd op Fry *et al.*, 1983) en een model voor bemestingsstrategieën met verschillende toepassingstijdstippen van dierlijke mest in aardappelen, gebaseerd op WAVE (Vanclouster *et al.*, 1996; De Buck *et al.*, 1999c).

Discussie

Een *bio-economisch* model maakt gebruik van bestaande kennis en is een snel hulpmiddel (ten opzichte van veldonderzoek) om de consequenties van verschillende teeltstrategieën voor boer en milieu van stochastische weervariabelen (bron van risico) door te rekenen. De kwaliteit van het management wordt voor alle strategieën gelijkgesteld en is dus geen storende factor. Berekeningen met *bio-economische* modellen voor de verschillende teeltonderdelen binnen dit project tonen aan dat de teelt-risico's van minder milieubelastende teeltstrategieën niet één-duidig hoger zijn. Hogere risico's kunnen de geringe adoptie van de nieuwe teeltstrategieën niet volledig verklaren. Echter: voor de boer als beslisser zijn niet de werkelijke, objectief te berekenen risico's eigenschappen van de nieuwe methoden, maar de subjectieve perceptie van de hoogte van de risico's. Risicoperceptie en andere beeld-bepalende factoren van teeltstrategieën zijn onderwerp van een ander onderdeel van dit onderzoeksproject.

Als maat voor milieubelasting worden 'kg actieve stof per ha' en 'uitgespoelde hoeveelheid N per ha' gehanteerd. Meer verfijnde maten om milieubelasting te meten (bijvoorbeeld de Blootstellingen Risico Index voor pesticiden) zijn in de modellen te integreren, indien meer bekend is over de relatie met teeltmaatregelen.

Referenties

- De Buck, A.J., H.B. Schoorlemmer, G.A.A. Wossink and S.R.M. Janssens, 1999a. Risks and environmental sustainability of post-emergence weed control strategies in sugar beet: development of a bio-economic model. *Agricultural Systems* 59: 283-299.
- De Buck, A.J., H.B. Schoorlemmer and G.A.A. Wossink, 1999b. Risks of Late Blight control strategies in ware potatoes: development and application of a bio-economic model. Submitted.
- De Buck, A.J., T.J. de Koeijer, A.B. Smit, S.R.M. Janssens and J. Oenema, 1999c. Risks and environmental sustainability of strategies in nitrogen management with or without manure in potato growing. In preparation.
- Fry, W.E., A.E. Apple and J.A. Bruhn, 1983. Evaluation of Potato Late Blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. *Phytopathology* 73: 1054-1059.
- Vanclouster, M., P. Viaene, K. Christiaens and S. Ducheyne, 1996. Water and Agrochemicals in Soil and Vadose Environment: Release 2.1. Institute for Land and Water Management, Catholic University Leuven, Leuven, Belgium.