



Mogelijkheden voor innovatie in de tulpenteelt

Een inventarisatie ten behoeve van het project Topsoil+

G.D. Vermeulen, A.T.J. Koster, V.T.J.M. Achten & J.C. van de Zande





Mogelijkheden voor innovatie in de tulpenteelt

Een inventarisatie ten behoeve van het project Topsoil+

G.D. Vermeulen¹, A.T.J. Koster², V.T.J.M. Achten¹ & J.C. van de Zande¹

¹ Plant Research International, Wageningen

² PPO bloembollen, bomen en fruit, Lisse

© 2007 Wageningen, Plant Research International 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 Plant Research International B.V.

Plant Research International B.V.

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen
Tel. : 0317 - 47 70 00
Fax : 0317 - 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
1. Inleiding	1
2. Generieke innovatiemogelijkheden	3
2.1 Administratieve GPS/GIS toepassingen	3
2.2 Plaatsspecifiek werken	4
2.3 Precieze geleiding van trekkers en werktuigen	4
2.4 Werktuigen, Robots, Sensoren	5
3. Specifieke innovatiemogelijkheden in de teelt	7
3.1 Plantgoed klaarmaken	7
3.2 Poten/planten	7
3.3 Ziekte- en plaag bestrijding	8
3.4 Onkruidbestrijding	9
3.5 Bemesting	10
3.6 Bollen koppen	11
3.7 Bollen rooien	11
Bijlage I. Verslag van gesprek over innovatiemogelijkheden met name in de teelt van tulpen	3 pp.
Bijlage II. Reductie gewasbeschermingsmiddelengebruik door gewasafhankelijke toediening in de bollenteelt	3 pp.

1. Inleiding

Het innovatieproject TopSoil+ heeft als doelstelling om innovatie in de sierteelt te stimuleren, vooral als het gaat om innovaties die een betere bodemgezondheid tot gevolg kunnen hebben. Om een overzicht van mogelijkheden voor innovatie in de sierteelt, met name de bollenteelt, te krijgen is geïnventariseerd welke ideeën leven bij telers en bij onderzoekspartijen. In het voorliggende rapport is dit beschreven, waarbij de inventarisatie niet beperkt is tot bodemgezondheid, maar ruim ingestoken is op innovatiemogelijkheden die worden geschapen door de opkomst van GPS, ook de nauwkeurige variant RTK-DGPS, nieuwe sensoren en nieuwe inzichten in bodembeheer, gewasbescherming en bemesting.

Aan de inventarisatie liggen een aantal activiteiten ten grondslag:

- Een interview met Aad Koster en Henk van Reuler van PPO Bollen, Bomen en Fruit over innovatiemogelijkheden op 14 november 2007.
- Een bijeenkomst met telers van siergewassen en enkele op innovatie gerichte bedrijven op 18 januari 2007 te Lisse.
- Twee brainstormbijeenkomsten binnen de groep Field Technology Innovations van Plant Research International.

Er is vooral gekeken naar innovatiemogelijkheden op het veld en niet bij de nabewerking in de schuur.

2. Generieke innovatiemogelijkheden

Met de komst van GPS is het mogelijk geworden om te bepalen waar men zich op een bepaald moment bevindt en dit vast te leggen door gebruik te maken van coördinaten. Door koppeling van het gegeven van de actuele locatie aan eerder vastgelegde geografische informatie (GIS) zijn fascinerende, nieuwe mogelijkheden ontstaan. Eén van de bekendste toepassingen vinden we in navigatiesystemen, waarbij GPS en GIS informatie gebruikt wordt om een reiziger van de huidige locatie naar een andere locatie te leiden via bijvoorbeeld de kortste, snelste of leukste route. Sensoren zijn meetinstrumenten die continu een meetwaarde geven. Deze meetwaarde kan bijvoorbeeld gebruikt worden om apparaten aan- of uit te schakelen, een dosering in te stellen of gewoon om te meten. Een bekende sensor is de regensensor die bepaald of de voorruit van de auto nat is of niet en met dat gegeven automatisch de ruitenwisser aan- of uitschakelt. Door koppeling van sensorgegevens met GPS gegevens kan men geografische informatie genereren voor later gebruik. Door on-the-go gebruik van de gegevens van steeds betere sensoren is ook voortgaande automatisering en robotisering van productiewerk mogelijk in de vorm van directe aansturing van machines.

Door het gebruik van de computer op de boerderij en door toepassing van GPS en sensoren is in de landbouw een scala aan mogelijkheden voor innovatie ontstaan in de bedrijfsadministratie, planning en controle, voor het genereren van informatie voor besluitvorming, voor het preciezer uitvoeren van veldwerk en het preciezer toedienen van hulpstoffen. Dit complex van mogelijke verbeteringen wordt meestal aangeduid met de term precisielandbouw.

Een punt van overweging is de nauwkeurigheid waarmee precisielandbouw wordt toegepast. Deze kan uiteenlopen van een nauwkeurigheid van enkele meters tot een paar centimeter, afhankelijk van de gebruikte GPS variant en de resolutie van de sensoren en actuatoren (apart aangestuurde machinesecties).

Drie toepassingen van precisielandbouw zijn: 1) monitoring en gebruik van geografische informatie in de bedrijfsadministratie, 2) plaatsspecifiek werken en 3) werktuiggeleiding (nauwkeurig werken). Daarnaast gaat ook de ontwikkeling van nieuwe werktuigen en robots door, waarvan de laatste mogelijkheden bieden als niet voldoende betaalbare arbeid beschikbaar is of als er een betere kwaliteit mee behaald kan worden. Deze 4 toepassingen worden hieronder kort besproken en komen terug bij de specifieke innovatiemogelijkheden in de teelt.

2.1 Administratieve GPS/GIS toepassingen

De beschikbaarheid van GPS, GIS en een management informatie systeem maken het mogelijk om op bedrijfsniveau een aantal administratieve taken te vereenvoudigen. Hieronder worden een aantal voorbeelden genoemd.

Perceelsgrenzen kunnen met een handheld gps eenvoudig bepaald worden door om het perceel heen te lopen. De verzamelde gegevens, vastgelegd in een GIS toepassing kunnen worden gebruikt voor aanleveren van gegevens over perceelsgrootte en ligging.

Een kweker met vele kleinere partijen bollen en verspreid liggende percelen kan GPS/GIS goed gebruiken om precies te markeren waar de verschillende partijen op het veld staan. Vergeleken met het plaatsen/verwijderen van stokjes, vlaggen etc. wordt hiermee een arbeidsbesparing en veraangenaming van het werk bereikt.

Misschien is administratie en vastlegging van gegevens niet de meest geliefde activiteit van telers. Automatisering daarvan biedt mogelijkheden om op langere termijn minder tijd aan administratie te hoeven besteden en tegelijkertijd meer informatie over het bedrijf ter beschikking te hebben, wat handig is voor toekomstige administratie en het plannen van inputs (zaad, gewasbeschermingsmiddelen, mest, kunstmest) en werk.

Voor onderzoek op het eigen bedrijf bieden tracking en tracing en het vastleggen van informatie in management informatiesystemen een fascinerende bron van gegevens om analyses uit te voeren. Als GPS, GIS, sensorfaciliteiten

en apparaten met variabele afgifte eenmaal aanwezig zijn is ook doeltreffender veldonderzoek op het bedrijf mogelijk; door bewuste, relatief grote variatie van factoren (rassen, bemesting, bestrijding) worden analyses mogelijk doeltreffender dan wanneer alleen de variaties in de normale bedrijfsvoering worden beschouwd. Voor het onderzoek is hier misschien een rol weggelegd om templates voor onderzoek en analyse van gegevens op het eigen bedrijf te verschaffen voor bijv. rassenonderzoek, bemestingsonderzoek en onderzoek naar nieuwe teeltmaatregelen op het bedrijf.

2.2 Plaatsspecifiek werken

Plaatsspecifiek werken wil zeggen dat op basis van informatie die over het perceel beschikbaar is de dosering bij de toediening van onder meer mest, poot- en zaaigoed, granulaten, bodemverbeteraars, gewasbeschermingsmiddelen en bodemherbiciden over het perceel heen variabel is. De doelstellingen hierbij zijn weer om zo efficiënt mogelijk met inputs (mest, mineralen, water, gewasbeschermingsmiddelen) om te gaan.

Voor het genereren van data over de plaatsspecifieke bodem- en gewaseigenschappen van een perceel worden o.a. monsternamen in een grid op het veld, interpretaties van satellietbeelden of signalen van diverse sensoren gebruikt (o.a. opbrengstsensoren, gewasreflectiesensoren, trekkrachtgegevens van grondbewerkingswerktuigen, radio-activiteitssensoren, vochtsensoren). De grootste uitdaging is om uit alle gegevens die over het perceel en/of het gewas bekend zijn een optimale variabele toedieningsstrategie af te leiden. Hierbij kan ook gebruik gemaakt worden van gewasgroeimodellen en dergelijke. In een aantal gevallen lukt dit al redelijk, in andere gevallen nog niet. Op een breed front is men bezig om deze interpretaties te maken en verwacht wordt daarom dat het belang van plaats-specifiek werk zal gaan toenemen en uiteindelijk misschien zal leiden tot gegevens en management per afzonderlijke cultivar en/of plant.

De bollentelers bleken tijdens de bijeenkomst met telers vooral belangstelling te hebben voor plaatsspecifiek bemesten en plaatsspecifiek aanpassen van de plantdichtheid.

2.3 Precieze geleiding van trekkers en werktuigen

Sinds de jaren negentig wordt GPS technologie gebruikt om trekkers en/of werktuigen in een rechte lijn te laten rijden of over een tevoren bepaalde route in het veld te sturen. Tegenwoordig, met behulp van moderne GPS technologie (Real Time Kinematic Differential GPS, RTK-DGPS), gekoppeld aan de besturing van trekkers en werktuigen is dit in principe mogelijk met een nauwkeurigheid van 1 tot 2 cm. Werktuiggeleiding, gekoppeld aan het feit dat bekend is waar men zich op het perceel bevindt, vindt toepassing in systemen voor nauwkeuriger rijden en bewerken van het land dan voorheen, waarmee efficiencywinst, reductie van de emissie van CO₂/broeikasgassen en landbouwkundige voordelen te behalen zijn.

GPS-navigatie: nauwkeurige aansturing van trekker en werktuig

Het vermijden van overlap en het realiseren van een goede aansluiting van werkgangen is noodzakelijk om effectief en efficiënt te kunnen werken en om problemen bij vervolgbewerkingen te voorkomen. Klassieke oplossingen, “markeurs” op de machine of het uitzetten van vlaggetjes in het veld, zijn in het algemeen tijdrovend, onnauwkeurig en vermoeiend voor de bestuurder. Daarom is in Nederland de trend om steeds meer gebruik te maken van GPS-besturingen op trekkers. Hierbij wordt voornamelijk gekozen voor systemen op basis van RTK-DGPS, waarbij de trekker automatisch bestuurd wordt. In de bollenteelt worden deze vooral gebruikt bij het planten, waardoor een man uitgespaard kan worden en de bedden perfect recht en op onderling gelijke afstand liggen, maar ook wel om 's nachts of bij mist door te kunnen werken.

Voor RTK-DGPS is een vast referentiestation nodig dat een correctiesignaal naar de trekker stuurt. Hierdoor wordt de vereiste precisie bereikt. De maximale afstand tussen trekker en referentiestation mag ca. 10 km bedragen. In Nederland staan inmiddels een groot aantal referentiestations. Soms zijn deze privé-eigendom en niet beschikbaar voor gebruik door anderen. Als wel gebruik gemaakt mag worden van een referentiestation, kan het probleem

voorkomen dat de gebruikte standaard voor het verzenden van correctiesignalen niet overeenkomt. Hierdoor is het voorlopig nog vaak noodzakelijk om te investeren in een eigen referentiestation of om een abonnement af te sluiten voor een correctiesignaal (AgroSpin).

Voor het format om rijpaden op een perceel digitaal vast te leggen bestaat nog geen standaard. Het uitwisselen van te voren klaargemaakte digitale rijpaden tussen stuursystemen van verschillende aanbieders is daarom nog niet altijd eenvoudig mogelijk. Voor inzet van machines van buitenaf op een perceel is de ontwikkeling van een standaard of van eenvoudige conversiemogelijkheden gewenst.

Routeplanning: planning van de optimale indeling en routing op een perceel

Het gebruik van RTK-DGPS maakt het mogelijk om een perceel van tevoren optimaal in te delen. Hierbij kan rekening worden gehouden met de perceelsvorm, met regelgeving (spuitvrije zones, bufferstroken) en met het aanwezige machinepark. Door een perceel optimaal in te delen kan gemakkelijker aan de geldende eisen worden voldaan en kunnen vervolgbewerkingen optimaal op elkaar aansluiten. Daarnaast levert het een efficiëntievoordeel (brandstof, tijd) op omdat ook een optimale route over het perceel kan worden gevolgd.

Controlled traffic: jaar in jaar uit op hetzelfde spoor

In de akkerbouw heeft de beschikbaarheid van nauwkeurige GPS geleid tot herintroductie van teeltsystemen met zogenoemde vaste rijpaden in de biologische landbouw. Deze rijpaden liggen op een afstand van 3,15 m. Bij onderzoek op een biologisch bedrijf met zware zavelgrond bleek rijpadenteelt in het groeiseizoen (seasonal controlled traffic) o.a. gunstig voor de bodem, de gewasopbrengsten, de bewerkbaarheid (mechanische onkruidbestrijding) en de reductie van lachgasemissie. Bedrijfseconomisch was het systeem haalbaar en inmiddels hebben ca. 8 biologische bedrijven het systeem geadopteerd.

In de bollenteelt wordt in feite al een seizoensrijpadenteeltsysteem gebruikt met paden op 1,50 m afstand. De zandgronden waarop bollen geteeld worden zijn in het algemeen weinig gevoelig voor verdichting en de ervaring is dat bollen zelfs op dichte grond nog goed groeien. Ook wat betreft bewerkbaarheid is er niet veel reden om op permanent onbereden bedden te telen omdat de zandgronden een dag na heftige regen in feite al weer goed berijdbaar en bewerkbaar zijn.

Bij de teelt van bollen in netten op zavelgronden is seizoensrijpadenteelt wellicht zeer zinvol om een zo los mogelijke bodemstructuur te bereiken voor teelt en oogst.

2.4 Werktuigen, Robots, Sensoren

Ongeacht de mogelijkheden van GPS en GIS blijft er behoefte bestaan aan middelen om acties sneller en/of beter uit te voeren, zo mogelijk zonder menselijke arbeid (robots). Dit geldt voor heel verschillende acties, zoals het uitvoeren van werk in het veld of in de schuur, het meten van bodem- en gewaskenmerken (sensoren), vastleggen van gegevens (logging) of interpreteren van gegevens (software).

Voor de bollenteelt is in deze categorie innovaties vooral behoefte gebleken aan apparatuur en software om snel ziektes in de bodem en in plantmateriaal te herkennen.

Te ontwikkelen draadloze netwerken van sensoren die in het veld continu metingen verrichten, zoals bijvoorbeeld over het microklimaat in het veld, bodemvocht of CEC, en die de gegevens doorgeven aan een management informatiesysteem kunnen een belangrijke rol spelen in waarschuwingssystemen voor bijvoorbeeld beregening of ziekteontwikkeling en als input dienen voor teeltbegeleidingssystemen.

3. Specifieke innovatiemogelijkheden in de teelt

3.1 Plantgoed klaarmaken

Administratief

Tracking en tracing begint bij het klaarmaken van het plantgoed of eerder als groeieigenschappen van het plantgoed meegenomen moeten worden. Tracking en tracing kan afhankelijk van behoefte/toepassing per partij (aantal plantkisten), per plantkist of per bol. Voor tracking en tracing per cultivar, plantmaat en/of bol: bol labelen, bijv. door de positie van de bol in speciale plantcontainers vast te leggen en de kisten te labelen met RFID chips.

Werktuigen/robots/sensoren

Eén van de ontwikkelingen waaraan de sector groot belang hecht is het automatisch screenen/scannen op ziekte/aantasting van het plant/pootgoed. Screenen vooraf betekent dat ziektes in het gewas en/of besmetting van de grond voorkomen kunnen worden. Automatisering hiervan door het inzetten van sensoren voor de herkenning van aangetast materiaal, kan vakmensen gaan vervangen. Mogelijke sensorprincipes zijn o.a. spectraalanalyse, doorlichten met röntgen en magnetische resonantie. Een probleem is dat elk gewas zijn eigen specifieke ziektes heeft en dat er voor elk geval een andere sensor nodig zou kunnen zijn. De telers op de bijeenkomst noemden als belangrijke ziektes in plantgoed: Fusarium in tulp en narcis en Erwinia in hyacint.

3.2 Poten/planten

Administratief

Voor tracking en tracing wordt via GPS coördinaten aan elke partij, kist of bol een locatie in het veld gekoppeld, afhankelijk van de gewenste resolutie.

Plaatsspecifiek

Bij het planten kan de plantdichtheid en/of de plantdiepte worden gevarieerd afhankelijk van de informatie die men over de plek op het veld en het plantmateriaal heeft. Het doel hiervan is om de opbrengst en uniformiteit van het product te verbeteren. Bijkomend voordeel van een uniformer product is in het algemeen de kortere tijd die het product dan op het veld staat, waardoor eerder met een volgende teelt begonnen kan worden. De informatie voor variatie in plantdichtheid/plantdiepte kan bijvoorbeeld zijn grondsoort, maaiveldhoogte, de bolsortering op die plek bij de oogsten in afgelopen jaren (historie) en de kwaliteit van het plantmateriaal. Innovatief onderzoek is in dit geval het verzamelen van de informatie waarmee de optimale plantdichtheid bepaald kan worden, afhankelijk van teelt doel (veredeling, plantgoedvermeerdering, productie), kwaliteit van het plantgoed en bodemomstandigheden alsmede onderzoek naar het economisch perspectief.

Precies werken

Door de bedden en gewasrijen recht en regelmatig aan te leggen wordt het nauwkeurig werken bij volgende bewerkingen bevorderd. Bij nauwkeurig planten in een zeker plantverband, met kleinere afstand tussen de rijen, ontstaan er nieuwe mogelijkheden voor mechanische onkruidbestrijding tussen de planten in de rij en behandeling per cultivar en/of bol. Men moet er dan wel voor zorgen dat de bol op dezelfde plaats boven de grond komt als waar hij is geplant. Voor deze toepassingen zouden de bollen dan ook bij het planten gericht moeten worden, met de groeipunten omhoog.

Met automatische werktuiggeleiding via RTK-DGPS kan de nauwkeurigheid van werken opgevoerd worden, waardoor de bedden perfect recht en op onderling gelijke afstand komen te liggen. Tegelijkertijd wordt ook kostenbesparing bereikt doordat bij het planten van bollen een persoon uitgespaard kan worden.

Een betere benutting van de beschikbare ruimte op het veld zou mogelijk zijn als de bedbreedte groter wordt dan de huidige 1,50 m. Bovendien zou dit beter passen bij de spoorbreedte van moderne, zwaardere trekkers.

Bedbreedtes van 1,80 m en 2,25 m kunnen worden overwogen (zie ook Bijlage I).

Werktuigen/robots/sensoren

Een nuttige werktuigontwikkeling lijkt het richten van de bollen te zijn. Het richten van de bollen heeft behalve verbetering van de precisie bij vervolgbewerkingen als voordeel dat de opkomst en ontwikkeling van de bollen gelijkmatiger zullen zijn. Eventueel kan er tijdens het planten op de machine een herhaalde screening op ziekte van het plantmateriaal uitgevoerd worden met behulp van sensoren (zie 3.1).

3.3 Ziekte- en plaag bestrijding

Administratief

Voor tracking en tracing kan via handmatige invoer van gegevens (bijv. spuitdatum, spuitmiddel, formulering) of automatische invoer van GPS coördinaten en sensorinformatie vastgelegd worden wanneer en op welke wijze bestrijdingen uitgevoerd zijn. Deze gegevens kunnen afhankelijk van de gewenste resolutie per partij, kist of bol verzameld, bewerkt en gepresenteerd worden.

Plaatsspecifiek

Voor de bestrijding van ziekten- en plagen is meestal niet zozeer de locatie op het perceel belangrijk als wel de actuele toestand van het gewas ter plaatse. Plaatsspecifieke verschillen in gezondheidstoestand of ziektedruk kunnen gebruikt worden voor het alleen plaatsspecifiek beschermen van het gewas tegen ziekten en plagen. Uitzondering hierop zijn ziekten, waarvan het voorkomen sterk kan samenhangen met grondsoort, besmettingsgeschiedenis en eventuele andere locatiegebonden eigenschappen, zoals bodemziekten. Echter alleen als met een grote mate van betrouwbaarheid het voorkomen van bodemziekten voorspeld kan worden komt plaatsspecifiek bestrijden van bodemgebonden ziekten in aanmerking.

Precies werken

Recht rijden, precies over de rijpaden rijden en kennis over de precieze locatie van de rijpaden en planten(rijen) helpt om bespuitingen precies uit te kunnen voeren en bijvoorbeeld door rijenbespuiting middel te besparen. Een machine die alleen de bedden bespuit en spuitvloeistof die buiten het bed komt afvangt (tunnelspuit) is op de markt verkrijgbaar.

Voor grondontsmetting geldt mogelijk dat alleen de stroken grond behandeld kunnen worden waarin het gewas zal gaan groeien, waardoor misschien wel 50% of meer besparing van middel mogelijk zou zijn. Belangrijke vraag hierbij is of en zo ja hoe snel invasie van ziektes zal optreden vanuit de onbehandelde stroken naar de behandelde stroken omdat maar één keer per 5 jaar bodemontsmetting toegestaan is. Een periode van 5 jaar zal waarschijnlijk moeilijk te overbruggen zijn. Als hier mogelijkheden liggen voor de duur van de teelt van één gewas is wellicht frequenter toepassen van ontsmetting van grondstroken bespreekbaar te maken.

Werktuigen/robots/sensoren

De meest voor de hand liggende keuze voor middel- en kostenbesparing bij de ziektebestrijding is het afstemmen van de hoeveelheid spuitvloeistof en de dosering op de actuele toestand van het gewas. De actuele gewasstoestand kan gemeten worden met sensoren (groensensoren of gewasgezondheidssensoren). Concepten die nader onderzoek verdienen zijn:

- Canopy Density Spraying (zie Bijlage II), waarbij het oppervlak dat bespoten wordt en de hoeveelheid middel die verspoten wordt afhankelijk is van of de bodem bedekt is (bij jonge planten worden alleen de planten zelf bespoten), en wat het ontwikkelingsstadium van het gewas is (alleen een vol gesloten gewas krijgt de volle dosis). Overigens wordt gewoon een (preventief) bestrijdingsprogramma gevolgd.
- Crop Health Spraying (Isa Fruit), waarbij het gewas bespoten wordt als een gewasgezondheidssensor aangeeft dat de gezondheid van het gewas te wensen overlaat. De dosering wordt hierbij aangepast aan de gezondheidsbeoordeling. Dit kan zo ver gaan dat per plant de gezondheid beoordeeld wordt en dat ook alleen planten die niet fit genoeg beoordeeld zijn bespoten worden. Voor het beoordelen van de gewasgezondheid worden de spectrale eigenschappen bestudeerd en wordt geprobeerd deze te linken aan het voorkomen van ziekte, nutriëntenstress en/of waterstress. Dit moet een gewasgezondheidssensor (ook: early warning sensor) opleveren.

Naast de actuele informatie van bovenstaande sensoren kunnen andere eigenschappen als de temperatuur van het gewas, bodemeigenschappen en historische gegevens van de plek op het perceel meegenomen worden in de beoordeling. Er zijn voorbeelden uit andere vakgebieden dat een enkel meetsignaal geen goede beoordeling oplevert, maar dat een combinatie van de signalen van meerdere sensoren tot een hoog percentage juiste beoordelingen kan leiden.

Naast sensorinnovatie blijven ook werktuiginnovaties noodzakelijk om plaatsspecifiek te kunnen spuiten met dezelfde resolutie als de meetresolutie van de sensoren. Dit betekent dat de dosering bij spuitmachines per boomsectie of per dop aangestuurd moet kunnen worden. Technisch gezien zijn de eerste machines hiervoor al op de markt.

Ziekzoeken (virus), verwijderen van dwalingen (rasvervuiling), verwijderen van door vuur (*Botrytis*) aangetast blad gebeurt momenteel met de hand, lopend door het gewas, vaak gecombineerd met onkruidbestrijding. Het inzetten van sensoren (kleur, vorm) om afwijkende planten en onkruid te herkennen biedt wellicht mogelijkheden, maar deze sensoren zijn nog niet ver genoeg ontwikkeld. Als zulke sensoren eenmaal voorhanden zijn zal de verwijdering van alleen de afwijkende planten nog niet eenvoudig zijn omdat het vinden van de basis van een afwijkende plant moeilijk is door de dicht in de rij opeen staande planten, door het naar opzij groeien van stengels van niet rechtop geplaatste bollen en door het strodek dat het zicht ontnemt. Het verenken planten van bollen in een plantverband en het richten van de bollen tijdens het planten kunnen deze plaatsbepaling voor selectie wellicht eenvoudiger maken.

3.4 Onkruidbestrijding

Administratief

Voor tracking en tracing kan via handmatige invoer van gegevens (bijv. datum, spuitmiddel, formulering, bestrijdingsmethode) of automatische invoer van GPS coördinaten en sensorinformatie vastgelegd worden wanneer en op welke wijze onkruidbestrijdingen uitgevoerd zijn. Deze gegevens kunnen afhankelijk van de gewenste resolutie per partij, kist of bol verzameld, bewerkt en gepresenteerd worden.

Plaatsspecifiek

Het onkruid wieden gebeurt voor een deel nog met de hand, gecombineerd met ander handmatig werk (ziekzoeken, selectie). Arbeidsbesparing zal daarom een stimulans zijn voor innovatie bij de onkruidbestrijding.

Voor de onkruidbestrijding is vaak niet zozeer de locatie op het perceel belangrijk als wel de actuele toestand van de veronkruiding ter plaatse. De stroken- of padenspuit, waarmee alleen onkruid op de paden tussen de bedden behandeld wordt, is al een eenvoudig voorbeeld van plaatsspecifiek behandelen van onkruid. Evenals bij gewasbescherming gaat het er bij plaatsspecifiek behandelen om dat het onkruid of de gewasplanten door sensoren herkend worden en dat technische middelen voorhanden zijn om alleen daar te spuiten waar onkruid staat (patch-spraying). De ontwikkeling hiervan vindt plaats voor meer gewassen, ook in de akkerbouw, waarbij ook plaatselijk schoffelen van het onkruid een optie is. Voor tulpen zal plaatselijk schoffelen moeilijk zijn bij een strodek en zolang

de gewasrij bestaat uit een diffuse rij met vrij dicht opeenstaande planten. Het laatste hindert ook de chemische bestrijding tenzij met een zeer hoge resolutie gewerkt kan worden. Andere precisietechnieken zoals waterstraal-snijden bieden wellicht meer perspectief en verdienen dan aandacht. Voor het doeltreffend herkennen van meerjarige onkruiden kan mogelijk gebruik gemaakt worden van plaats specifieke informatie over de stand van het onkruid in voorgaande jaren.

Precies werken

Door de gewasrijen recht en regelmatig aan te leggen wordt het nauwkeurig werken bij volgende bewerkingen bevorderd. Eerder is al genoemd dat er bij nauwkeurig planten in een zeker plantverband nieuwe mogelijkheden zullen ontstaan voor mechanische onkruidbestrijding en behandeling per plant (patch spraying in de gewasrij, ziekzoeken, selecteren). Men moet er dan wel voor zorgen dat de bol op dezelfde plaats boven de grond komt als waar hij is geplant. Voor deze toepassingen zouden de bollen dan ook bij het planten gericht moeten worden, met de groeipunten omhoog.

Werktuigen/robots/sensoren

De meest voor de hand liggende keuze voor middel- en kostenbesparing bij de onkruidbestrijding is afstemming van de bespuiting op de aanwezigheid van onkruid (aan/uit). Sensoren die groen kunnen herkennen tegen een andere achtergrond (grond, bestrating) zijn al langer voorhanden (bijv. Greenseeker, Weed-It). Deze kunnen direct ingezet worden voor strokenbespuiting van de paden tussen de bedden. Om op het bed onderscheid te maken tussen gewas en onkruid kan het nodig zijn om meer dan één sensor in te zetten en/of data over de precieze plek waar het gewas geplant/gepoot is te gebruiken.

Al genoemd is dat innovatieve apparatuur voor het richten van bollen bij het planten waarschijnlijk zou bijdragen om op dit gebied verder te komen.

Overig

Innovatie in onkruidbestrijding kan soms ook bereikt worden door aanpassing van de teeltwijze. Eén van de ondernemers noemde dat hij goede (mechanische) bestrijdingsresultaten boekt met een vingerwieder (zonder pennen in de grond) door plugplantjes toe te passen.

Om het aantal handwieduren te verminderen zonder toepassing van precisietechnieken zou men ook het aantal regels per bed kunnen verminderen, zodat minder meters regel gewied hoeven te worden. Om hetzelfde aantal bollen per hectare te kunnen telen moet dan wel dikker in de regels geplant worden.

3.5 Bemesting

Administratief

Voor bemesting geldt hetzelfde als voor gewasbescherming: voor tracking en tracing kan via handmatige invoer van gegevens (bijv. meststof, formulering) en/of automatische invoer van GPS coördinaten en sensorinformatie vastgelegd worden wanneer en op welke wijze mest is toegediend, per partij, kist of bol, afhankelijk van de gewenste resolutie.

Plaatsspecifiek

Het idee van plaatsspecifiek bemesten is om nauwkeurig te bemesten op basis van de behoefte van de plant en de bodemomstandigheden. Het doel is om optimaal gebruik te maken van de meststoffen die volgens de gebruiksnormen toegediend mogen worden. Daarnaast is het de bedoeling dat een homogener en kwalitatief beter eindproduct verkregen wordt.

Momenteel worden voor mestdosering o.a. gegevens over de reflectie van het gewas en bodemstralingsgegevens gebruikt. De ontwikkeling van sensoren en interpretatie van de signalen is echter nog in volle gang.

Precies werken

Bij de bemesting kan precies werken voordelen bieden als de mest op de juiste tijd op de juiste plaats toegediend wordt. Bij de bollenteelt worden de volgende mogelijkheden gezien om door preciezer werken winst te behalen:

- alleen mest geven op het bed en niet in de rijpaden.
- mest (stikstof) in het voorjaar tussen de gewasrijen in de grond brengen (ca. 10 cm diep).

Werktuigen/robots/sensoren

De ontwikkeling van sensoren om de bemestingstoestand on the go te meten blijft belangrijk. Indien goede sensoren beschikbaar zijn wordt ook monitoren van de bemestingstoestand van het perceel mogelijk.

Naast sensorinnovatie blijven ook werktuiginnovaties noodzakelijk om plaatsspecifiek te kunnen toedienen met dezelfde resolutie als de meetresolutie van de sensoren. Met pneumatische strooiers is het in principe mogelijk om tot kleine strookbreedtes te komen en de dosering in deze stroken aan te passen. Machines die vloeibare stikstof-kunstmest per plant in de grond kunnen brengen zijn al op de markt.

3.6 Bollen koppen

Werktuigen/robots/sensoren

Voor het koppen van bollen is aan het begin van het RTK-DGPS tijdperk een autonoom voertuig met RTK-DGPS werktuiggeleiding (robot) ingezet om arbeidsuren te besparen. De gedachte was dat 1 persoon een aantal autonoom werkende machines zou kunnen bedienen en op die manier een hoge capaciteit zou kunnen halen bij het koppen. De machine kampte echter met technische problemen. Deze innovatie zou met betrouwbaarder techniek alsnog kunnen slagen.

3.7 Bollen rooien

Administratief

Zowel in het kader van het tracking en tracing verhaal, voor het doen van onderzoek op het eigen bedrijf en voor het genereren van informatie over het product ten behoeve van de verwerking in de schuur is het belangrijk om te weten wat er uit de grond komt, afhankelijk van wat er allemaal gebeurd is en op welke plaats de partij, de bollen in een kist of de enkele plant op het perceel stonden. Monitoring van opbrengst en sortering van het product met behulp van sensoren tijdens het rooien is eerder gedaan bij aardappelen. Het zou ook bij bollen bekeken moeten worden wat de mogelijkheden zijn. De voordelen hiervan zijn dat het onderzoek naar het effect van verschillende teeltmaatregelen op het bedrijf beter uitgevoerd kan worden en dat bekend is welke kwaliteit produkt er in een kist zit voordat deze ingeschuurd wordt. Dit gegeven kan gebruikt worden om, via apart zetten in de opslag of via selectief uit opslag halen, partijen van een bepaalde kwaliteit te leveren of om bijv. een geschikte kwaliteit voor eigen plantgoed uit te zoeken.

Plaatsspecifiek

Indien bij het planten gemeten is wat de plantdiepte van de bollen was, kan dit gegeven gebruikt worden bij de oogst om de rooidiepte te sturen. Het doel hiervan is om de rooidiepte te optimaliseren zodat wel alle bollen gerooid worden zonder dat er veel grond mee komt.

Bijlage I.

Verslag van gesprek over innovatiemogelijkheden met name in de teelt van tulpen

Op 14 november 2006 vond een gesprek plaats met Aad Koster en Henk van Reuler van PPO-BBF te Lisse. Achtergrond van het gesprek is de opdracht van Henk aan Bert Vermeulen om het PRI-deel in bodemkwaliteit zand binnen het project TopSoil+ als volgt in te vullen:

Nagaan op welke punten er innovatiemogelijkheden zijn in de sierteelt, met name de bollenteelt. Het gaat hierbij met name om de nieuwe mogelijkheden die worden geschapen door de opkomst van GPS, ook de nauwkeurige variant RTK-DGPS, nieuwe sensoren en nieuwe inzichten in bodembeheer, gewasbescherming en bemesting.

Bert brengt naar voren dat een aantal mogelijke toepassingen van RTK-DGPS en sensoren in de bollenteelt al eens zijn genoemd zijn door o.a. Rik van Bruggen van SBG innovatie (Middenmeer) en Jan van de Zande van PRI:

- door automatische machinegeleiding over het veld kan een chauffeur uitgespaard worden, bijvoorbeeld bij het planten van bollen (wordt al toegepast).
- een teler met vele kleinere partijen bollen en verspreid liggende percelen gebruikt RTK-DGPS om precies te markeren waar de verschillende partijen op het veld staan. Hiermee wordt een aanzienlijke arbeidsbesparing en veraangenaming van het werk bereikt (plaatsen/verwijderen van stokjes, vlaggen etc.).
- 's nachts doorwerken is beter mogelijk met RTK-DGPS. In een aantal gevallen kan dit een groot voordeel zijn, ook financieel.
- Sensoren kunnen gebruikt worden om de actuele bladmassa van tulp vast te leggen; vervolgens kan alleen het aanwezige blad bespoten worden om spuitmiddel uit te sparen (onderzoek J. van de Zande).

Omdat Aad veel kennis en ervaring heeft in de bollenteelt is een gesprek aangegaan om meer inzichten en ideeën uit te wisselen.

Bij de bolgewassen kennen we twee hoofdgroepen, de in het najaar geplante bollen (najaarsplanting; tulp, hyacint, narcis, iris, krokus) en de in het voorjaar geplante bollen (voorjaarsplanting; lelie, gladiol, dahlia, zantedeschia). De tulpenteelt beslaat ongeveer 10.000 ha, lelies 4.000 en de andere bolgewassen per gewas 1.000 ha of minder.

De bollenteelt op zandgrond is geconcentreerd in grofweg twee gebieden: de zuidelijke bollenstreek (Zuid Holland) met relatief grof zand en de noordelijke bollenstreek (kop van Noord Holland) met relatief fijn zand. De meest ideale grond is grof, humusarm zand met een relatief hoge grondwaterstand zoals in de zuidelijke bollenstreek. De goede zandgronden in de noordelijke bollenstreek zijn ook te vinden achter de duinen en gaan vaak geleidelijk over naar meer slibhoudende grond richting binnenland. Ook is er nieuwe bollengrond gemaakt door het keren van de grond daar waar goed zand in de ondergrond zat. Vooral als er wat te veel slib in zit kunnen de noordelijke gronden makkelijk dichtslibben, bijvoorbeeld na veel regenval of bij inundatie. Bollen (vooral tulpen) worden ook wel op zavel- en kleigronden geteeld, in netten. Op de oostelijke zandgronden worden nauwelijks bollen geteeld omdat bollen niet van humusrijke grond houden (zwartkleuring). Lelies zijn hierop een uitzondering en worden op grote schaal ook op de oostelijke zandgronden geteeld. Gladiolen staan op dit moment grotendeels op de zuidelijke zandgronden.

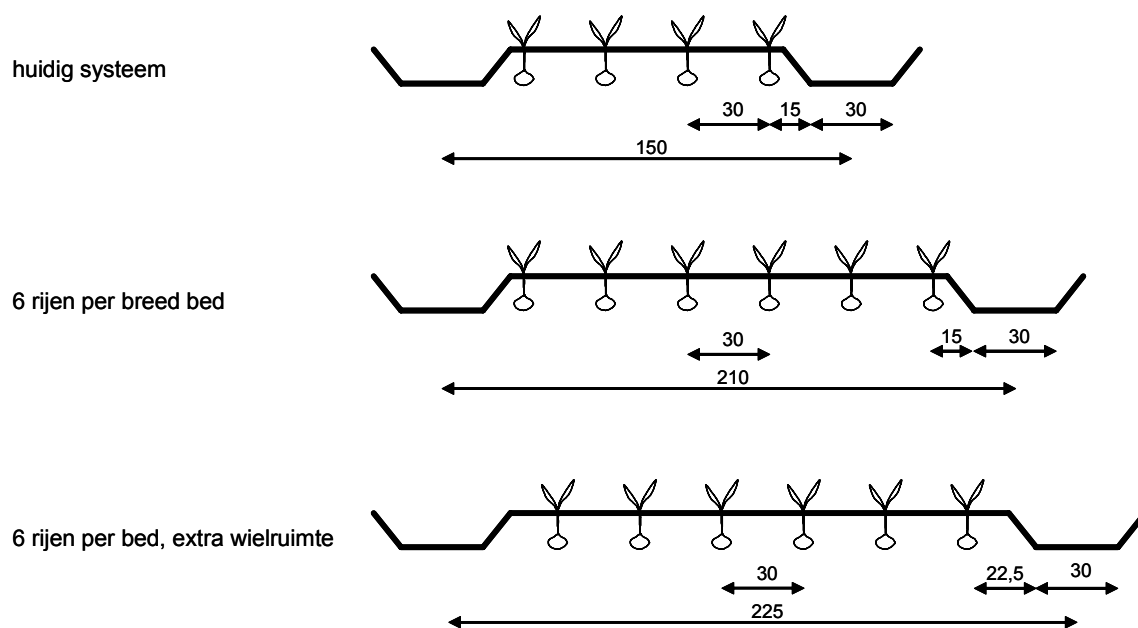
Beddenteelt

Als eerste geeft Aad aan dat hij de tussenruimte tussen de bedden (de rijpaden) relatief een groot ruimteverlies vindt. Voor de rijpaden wordt ongeveer 50 cm ten opzichte van 1 meter bedbreedte gebruikt (bij 4 rijen per bed, afstand tussen rijen 30 cm). Grote voordeel is echter dat er per bed altijd zonder al te grote beschadiging van de bollen door het gewas gereden en/of gelopen kan worden voor de gewasverzorging.

Een mogelijkheid tot innovatie is vergroting van de spoorbreedte van 1,50 m tot bijvoorbeeld 2,10 of 2,25 m (Fig. 1). Het ruimteverlies wordt dan minder (210 cm) of er komt extra ruimte voor de trekkerbanden (225 cm) en de capaciteit van veldbewerkingen kan worden vergroot. De mechanisatie zou aangepast moeten worden. Ziekzoeken (virus), verwijderen van dwalingen (rasvervuiling), onkruid wieden en verwijderen van door vuur (*Botrytis*) aangetast blad zou vanaf een ligbed goed kunnen, misschien wel sneller dan door erdoorheen te lopen. Bekeken moet worden of 6 rijig planten en oogsten mogelijkheden biedt.

Niet alle voordelen van vaste rijpaden zoals die bij Korteweg cs. naar voren kwamen gaan op voor de tulpenenteelt:

- Aad geeft aan dat de werkbaarheid op de bollenzandgronden eigenlijk nooit een probleem is. Zelfs na veel regen kan na een paar uur weer op het veld gereden worden.
- Bodemverdichting is voor bollen, geteeld op zandgrond geen al te groot probleem volgens Aad. Zelfs op zeer dichtgemaakte grond willen bollen nog goed groeien is zijn ervaring.



Figuur 1. Enkele mogelijkheden voor bredere teeltbedden voor tulpen.

Bemesting

Volgens Aad worden bollen in het algemeen voldoende bemest. Men wil voor deze dure gewassen niet het risico van te weinig bemesting lopen. Op een aantal punten is vernieuwing wellicht mogelijk en noodzakelijk door de vernieuwde mestwetgeving:

- alleen mest geven waar het nodig is (op het bed, niet in de rijpaden)
- mest (stikstof) in het voorjaar tussen de gewasrijen in de grond brengen (ca 10 cm diep), dicht bij de wortels
- locatiespecifiek mest geven afhankelijk van door sensoren gemeten behoefte.

Met precieze GPS (RTK-DGPS) ontstaan goede mogelijkheden om mest precies te plaatsen waar het nodig is (ca. 2 cm nauwkeurig).

Bodemziekten

Grondontsmetting komt in de bollenteelt nog wel voor. Omdat dit slechts eens per 5 jaar mogelijk is, zou hier niet veel winst te behalen zijn.

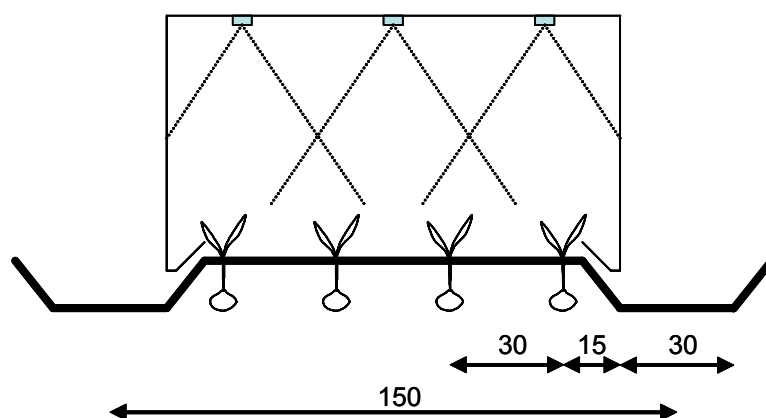
Vlak voor het planten van tulpe wordt momenteel volvelds een middel tegen *Rhizoctonia* gespoten, dat vervolgens meestal met een spuitfrees in de grond gewerkt wordt. *Rhizoctonia* tast de spruit aan terwijl deze door de grond naar boven groeit. Een behoorlijke besparing op middel (ruwweg 50%) zou mogelijk zijn als het middel alleen in de

plantbanen (10-15 cm breed, 20 cm diep) zou kunnen worden toegediend, waar de spruiten door heen omhoog groeien. Eventuele mogelijkheden hiervoor zijn stroken spuiten en frezen of het overtop frezen van stroken en toedienen van het middel onder de freesbak.

Dergelijke oplossingen komen in zicht als met RTK DGPS gewerkt wordt.

Gewasbescherming

Behalve het eerder genoemde gewasstadium-afhankelijk spuiten is er al eerder (destijds IMAG) een spuit ontwikkeld waarmee alleen het bed (niet de paden) gespoten werd. De spuit had een overkapping en opvang van spuitmiddel dat langs de zijkanten naar beneden liep (Fig. 2). Aad denkt dat met dit principe een behoorlijke besparing op emissie en op middel mogelijk is en vraagt zich af wat er met het idee gebeurd is.



Figuur 2. Principe van spuit met afschermdoek en opvang van spuitmiddel.

Management

Gebruik van nieuwe technologie voor tracking and tracing en voor het vullen van management informatiesystemen ziet Aad in de nabije toekomst als lastig. Er wordt in de sierteelt nog weinig geadministreerd en de instelling van de telers is relatief aan de conservatieve kant. Hij denkt daarom dat innovaties op technisch en agronomisch vlak eerder aan zullen slaan dan op het gebied van management en administratie. Door allerlei wet- en regelgeving is dit wel aan het veranderen.

Bert Vermeulen,
21 november 2006 /20 december 2006

Bijlage II.

Reductie gewasbeschermingsmiddelen- gebruik door gewasafhankelijke toediening in de bollenteelt

J.C. van de Zande, G.J. Molema, A. Koster (PPO-B&B)
Wageningen, 24 mei 2005

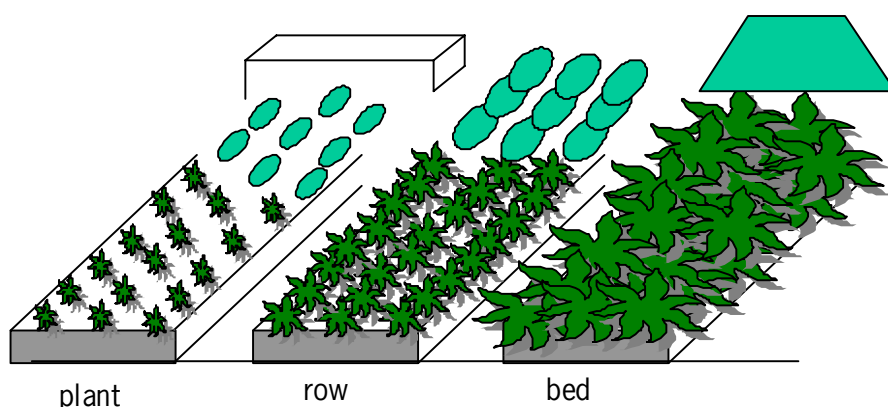
Ten opzichte van andere sectoren is het gewasbeschermingsmiddelengebruik in de bollensector relatief hoog. Na de champignonenteelt is het gebruik aan kilogram actieve stof per hectare in de bollenteelt het hoogst.

Bij toepassing van gewasbeschermingsmiddelen is vaak sprake van overdosering. De reden hiervoor is om bij een ongelijkmatige verdeling op plaatsen met een onderdosering de garantie te hebben op 100% werking. Een verbeterde nauwkeurige verdeling van middel kan een algehele overdosering overbodig maken.

Het concept van Canopy Density Spraying (CDS) zoals opgezet voor de fruitteelt kan ook uitgewerkt en getoetst worden voor de bollenteelt. Doelstelling hierbij is om paden tussen de bedden niet te bespuiten en de bespuiting te sturen op basis van de gewasontwikkeling (gewasvolume) op het bed. Afhankelijk van soort gewas, plantsysteem, plantverband en het groeistadium kan de dosering binnen het bed worden aangepast. Uiteindelijk doel is een concept op grond waarvan de ontwikkeling van een nieuwe generatie toedieningstechnieken mogelijk wordt, waarbij de interactie tussen spuit en actuele omstandigheden van het gewas worden benut.

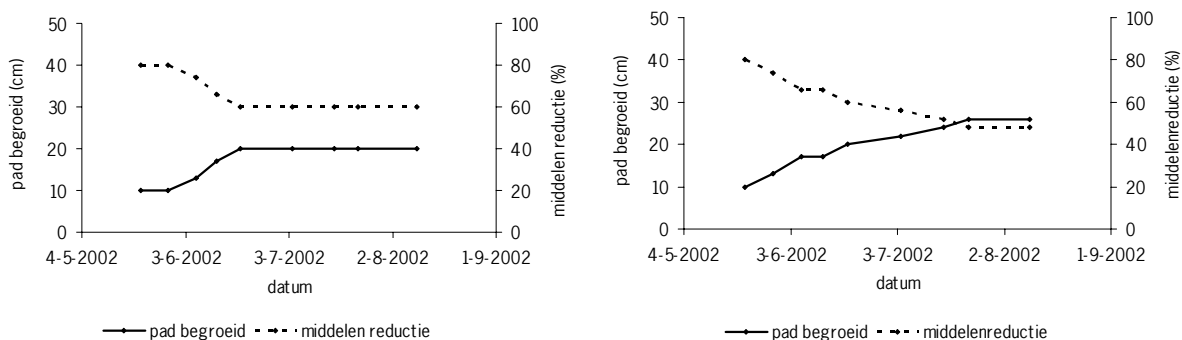
Om een indicatie te geven van de mogelijkheden voor middelenreductie bij gewasafhankelijk spuiten in bollen is een inventarisatie van de groeiomstandigheden gemaakt. Om gewasafhankelijk te kunnen spuiten kan gebruik worden gemaakt van zaken als de bodembedekking, gewashoogte en biomassa/bladoppervlak per oppervlakte eenheid. Hiervoor is van lelies, tulpen en gladiolen de teeltwijze en de gewasontwikkeling in de tijd, relevant voor het CDS concept waarbij plaatsspecifieke aansturing nodig is, nader in kaart gebracht.

Bij het toedienen van gewasbeschermingsmiddelen kan op tal van manieren rekening worden gehouden met de gewasontwikkeling. Hierbij kan binnen het gewas onderscheid worden gemaakt in een horizontale en verticale component. De horizontale component is bepalend bij het niet bespuiten van onbedekte grond (in pad en netto bed). In wezen wordt bij deze methode gebruik gemaakt van het selectiecriterium wel/niet groen (van boven af gezien). Om ook rekening te houden met de verticale component in de gewasontwikkeling kan ingespeeld worden op hoogte, LAI of biomassa verschillen (Fig. 1).



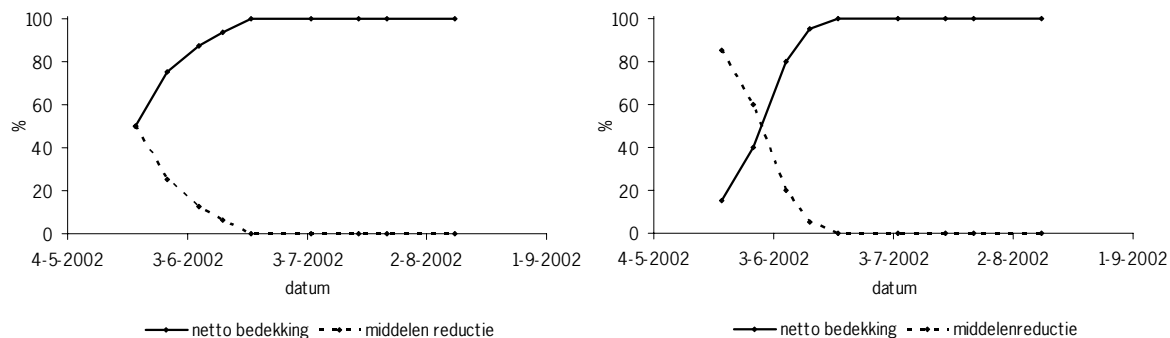
Figuur 1. Schematische weergave van de ontwikkeling van een bladmassa afhankelijke spuittechniek voor de bollenteelt.

Bij het niet bespuiten van de onbedekte bodem kan bijvoorbeeld bij een gewas lelie, die zijn maximale bodembedekking heeft bereikt, op perceelsniveau een reductie van circa 16 tot 20% worden behaald. Deze reductie wordt vrijwel geheel bepaald door het niet bespuiten van de onbedekte grond van het pad. Het onbedekte pad beslaat bij aanvang van het spuitseizoen 33% van het perceelsoppervlak. Concreet betekent dit een reductie in potentie van 33% aan middel (Fig. 2).



Figuur 2. Begroeiing en middelenreductie voor het pad in de tijd bij een netto bed van 1 m breed bij lelies (links Stargazer en rechts Cordelia).

In het begin van het spuitseizoen is de potentiële reductie gedurende enkele weken aanzienlijk groter omdat het bed slechts een geringe bedekkingsgraad vertoont. Bij aanvang van de bespuitingen kan maximaal zo'n 90% middel worden bespaard op perceelsniveau. Dit percentage neemt echter snel af, afhankelijk van het type gewas (Fig. 3).

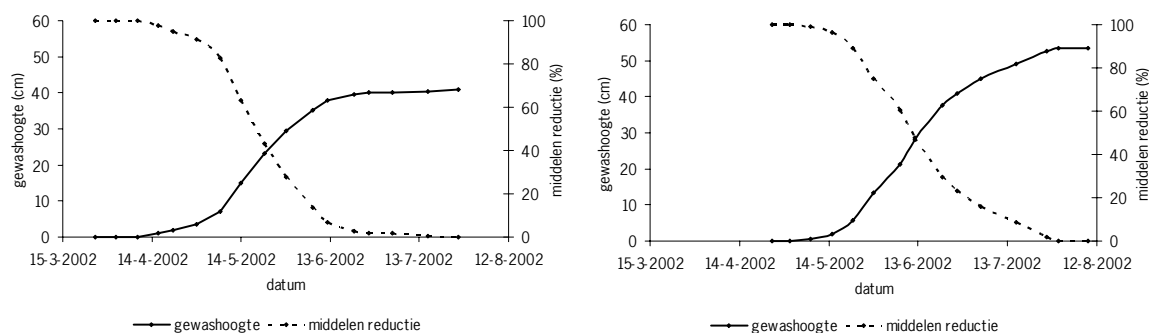


Figuur 3. Bodembedekking en middelenreductie uitgezet tegen de tijd voor het netto bed van 1 m breed bij lelies (links Stargazer en rechts Cordelia).

Bovenop deze middelbesparingen is nog een reductie mogelijk door gewasontwikkeling afhankelijk te gaan spuiten. Hierbij is het van groot belang dat een goede depositie en effectiviteit gewaarborgd zijn.

Zowel bij Stargazer als Cordelia kan de hoogste reductie worden gehaald door een combinatie van het niet bespuiten van onbedekte grond (pad/bed) gecombineerd met bladoppervlak-afhankelijk spuiten.

Technisch gezien lijkt het lastig om bladoppervlak-afhankelijk te spuiten. Een meer voor de hand liggende parameter zou zijn biomassa of gewashoogte (Fig. 4).



Figuur 4. Gewashoogte en middelenreductie uitgezet tegen de tijd voor een netto bed van 1 m breed bij lelies (links Stargazer en rechts Cordelia).

Het meest perspectiefvol lijkt een combinatie van het niet bespuiten van het onbedekte pad en gewasontwikkeling-afhankelijk spuiten. Wanneer in week 6 of 4 na planten wordt begonnen met spuiten van lelies zou bij een wekelijkse bespuiting de middelenreductie 43-47% kunnen bedragen. Bij een tweewekelijks spuitinterval kan de middelreductie 44-47% zijn voor lelies (respectievelijk de rassen Stargazer en Cordelia).

Om gewasontwikkeling-afhankelijk te spuiten is een goede schatting van de gewasontwikkeling nodig. Hiervoor worden specifieke sensoren ontwikkeld. De ontwikkeling van deze sensoren in combinatie met alternatieve precieze toedieningstechnieken kunnen de basis vormen voor een nieuw concept van gewasafhankelijke toediening van gewasbeschermingsmiddelen in de bollenteelt.

Referenties

Molema, G.J., A.T.J. Koster, B.R. Verwijs, L.J. van der Meer & J.C. van de Zande, 2005.

Potentiële reductie in gewasbeschermingsmiddelgebruik door gewasafhankelijk toedienen; Gladiolen.

Wageningen UR, Agrotechnology & Food Innovations / Praktijkonderzoek Plant en Omgeving – Lisse, WUR-A&F Report 582; vertrouwelijk; december 2005; 37 pp.

Molema, G.J., A.T.J. Koster, B.R. Verwijs, L.J. van der Meer & J.C. van de Zande, 2005.

Potentiële reductie in gewasbeschermingsmiddelgebruik door gewasafhankelijk toedienen; Lelies. Wageningen UR, Agrotechnology & Food Innovations / Praktijkonderzoek Plant en Omgeving – Lisse, WUR-A&F Report 583; vertrouwelijk; december 2005; 47 pp.

Molema, G.J., A.T.J. Koster, B.R. Verwijs, L.J. van der Meer & J.C. van de Zande, 2005.

Potentiële reductie in gewasbeschermingsmiddelgebruik door gewasafhankelijk toedienen; Tulpen. Wageningen UR, Agrotechnology & Food Innovations / Praktijkonderzoek Plant en Omgeving – Lisse, WUR-A&F Report 584; vertrouwelijk; december 2005; 47 pp.

