

Verkenning sensorgestuurde dosering van loofdodingsmiddelen in pootaardappelen

Corné Kempenaar, Roel Groeneveld (WUR-PRI), Lasse Doornbos (Homburg Machinehandel), Albert Jan Olijve (WUR-PPO) & Wyncko Tonckens (DLV)
Contact: corne.kempenaar@wur.nl, tel 0317 480498

Wageningen, 28 november 2008

Samenvatting

In 2008 is een verkenning gedaan naar haalbaarheid van sensorgestuurde dosering van loofdodingsmiddelen in pootgoedteelt van aardappelen. Er werd een prototype gebouwd en getest waarmee Finale pleksgewijs gedoseerd werd d.m.v. Greenseeker-sensoren op een klap-spuit-combinatie en een rekenregel die plaats specifieke meetwaarden doorvertaalde in een minimum effectieve dosering. Ook werden dosis-response proeven uitgevoerd. De eerste resultaten met het prototype en systeem waren positief. Met de sensoren konden variatie in gewasstand in kaart gebracht worden, en deze bleek groter dan verwacht. Bovendien kon de dosering effectief gestuurd worden met de sensormetwaarden. Het onderzoek laat zien dat reductie in loofdodingsmiddel met sensorsturing mogelijk is. In het onderzoek bleken ras en dosering van Finale geen effect te hebben op verkleuring van navels van knollen. Nader onderzoek aan de beslisregels, validatie in de praktijk inclusief effecten op kwaliteit van de aardappelen is nodig voor implementatie in de praktijk.

Inleiding

Vanuit Telen met Toekomst is in 2008 een subsidie verstrekt om de haalbaarheid van pleksgewijs doseren van loofdodingsmiddelen in de pootgoedteelt van aardappelen te verkennen. Het project werd uitgevoerd door PRI, PPO, Homburg Machinehandel, DLV en pootaardappelstudiegroep 'optimalisatie pootgoedteelt Groningen' (zie www.optimalisatiepootgoedteeltgroningen.nl).

Doel van het project was:

- Het bouwen van een prototype waarmee loofdodingsmiddelen pleksgewijs gedoseerd kunnen worden via gewasreflectiesensoren en een regelunit met doseringsregels op een loofklap-spuit-machine,
- Een praktijktest van het prototype,
- Dosis-response proeven met loofdodingsmiddelen in twee gewassen.

Proeflocatie en aardappelrassen

Het prototype werd gebouwd en getest op het bedrijf van Maatschap Rietema te Oudeschip. De sensoren, regeltechniek en spuitonderdelen werden door Homburg Machinehandel geleverd.

Proeven werden gedaan op twee percelen van de maatschap: het 'Torringerperceel' met ras Marfona en het 'Polderperceel' met ras Kondor. De grondsoort op de percelen was lichte zavel, 10-12% afslibbaar, en ca. 1,75% organische stof. Een deel van het Torringerperceel was eerder in gebruik geweest als wei. Op het 'oude wei' deel van het perceel stond het aardappelgewas in juli 2008 duidelijk voller (meer loof, meer bovengrondse biomassa) dan op andere delen van dat perceel.

De ontwikkeling van de gewassen op de twee percelen verliep goed, ondanks het relatief droge voorjaar van 2008. De stengels van Marfona-planten waren gemiddeld iets dikker dan die van Kondor-planten.

Het prototype

Homburg Machinehandel heeft begin juli 2008 twee Greenseeker-sensoren gemonteerd op een 4-rijige AVR loofklap-spuit-machine van de maatschap. De sensoren werden geplaatst op de loofklapper zodanig dat ze steeds de twee buitenste gewasrijen konden scannen van 1 m hoogte, vlak voor het klappen (zie Figuur 1). Een Greenseeker-sensor meet reflectie van een smalle (enkele cm) strook ondergrond van 60 cm breed. Het oppervlak van de meetstrook is ca 200 cm². Bij gebruik scant de sensor de reflectie van de ondergrond in de baan die hij aflegt. In onze situatie was deze baan een gewasrij, waarbij de middelste 60 cm van die rij scant werd. Per klap-spuitbaan waren er twee gescande gewasrijen (de twee buitenste rijen) en werden de meetwaarden (uitgedrukt in NDVI) van de twee sensoren gemiddeld in de rijrichting en plaatsspecifiek gelogd via GPS op de regelunit-computer. NDVI is een genormaliseerde maat voor de hoeveelheid loof. NDVI kent een schaal van 0 tot 1, waarbij NDVI=0 'geen actief loof' betekent, hoe hoger de NDVI-waarde is hoe meer actief loof er staat, en NDVI=1 een maximum hoeveelheid actief loof is.

De plaatsspecifieke NDVI-waarden werden vervolgens gebruikt om dosering van de spuitdoppen plaatsspecifiek aan te sturen en daarmee dus op de klap-spuitbaan het loofdodingsmiddel plaatsspecifiek te doseren. De rekenregel hiervoor die NDVI doorvertaalt in een minimum effectieve dosering van Finale was afgeleid uit proefgegevens van Plant Research International. Rekenregel 'basisschema Finale pootgoed+10%, afgestemd op rijenbespuiting 70% van het oppervlak van een geklapte rij' werd geprogrammeerd en getest op het prototype. Deze rekenregel geeft afhankelijk van de NDVI waarde een dosering van 1 tot 1,6 L Finale per ha. Voorbeelden van NDVI-kaarten met pleksgewijze verschillen in gewasreflectie staan verderop weergegeven in Figuur 2 en in een aparte bijlage.

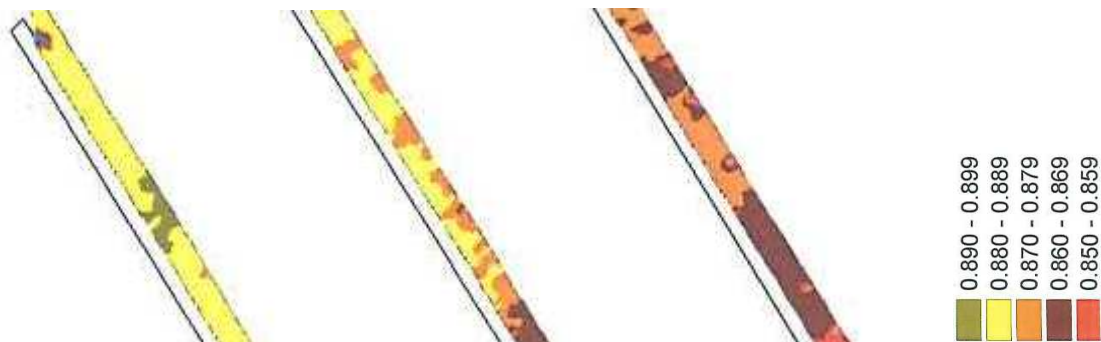


Figuur 1. Foto's van sensorgestuurde loofklap-spuit-machine.

Praktijktest prototype

Op 7 juli werd een functionele test van het prototype gedaan. NDVI waarden bij enkele metingen aan de gewassen waren gemiddeld op 0.9. De spuitmachine werd afgesteld op spuitvolume van 300 l water per ha bij NDVI=1. Bij lagere NDVI waarden doseerde de spuit lager volgens de rekenregel. Bij NDVI=0.9 was de dosering 1,4 L per ha en spuitvolume van 266 L per ha. Bij de laagste NDVI en laagste dosering was het spuitvolume 200 L per ha.

Op 23 juli werden enkele banen op de twee proefpercelen gescand en behandeld met plaatsspecifieke doseringen van Finale. De NDVI-kaarten staan in de bijlage. Hieronder in Figuur 2 worden details van de NDVI-kaarten getoond voor het Polderperceel. Er zijn drie stukken geknipt uit de NDVI-kaart van het perceel. O.a. is te zien dat er een licht verloop in NDVI-waarden in de gewasrijen.



Figuur 2. Gewasreflectie op drie delen van een omgang klappen en spuiten op het Polderperceel. De gekleurde banen vertegenwoordigen 8 gewasrijen aardappel ras Kondor over een lengte van 100 m. Rechts staat weergegeven de vertaling van kleur in NDVI-waarde.

Op het Polderperceel lagen de meetwaarden op 23 juli gemiddeld op $NDVI=0,877$. Hierbij hoort volgens de rekenregel een gemiddelde dosering van 1,35 L Finale per ha. Het gros van de NDVI-metwaarden lag op dit perceel tussen de 0,85 en 0,9.

Op het Torringaperceel werd grotere variatie in NDVI-waarden waargenomen. Een strook aan de rand van het perceel gaf op 23 juli een gemiddelde NDVI-waarde van 0.836, terwijl een omgang midden op het perceel over 'de oude wei' een gemiddelde NDVI-waarde van 0.866 gaf. De hogere NDVI op 'de oude wei' is in lijn met het visuele beeld: op 'de oude wei' stond met het oog zichtbaar meer loof. Bij deze gemiddelde NDVI-waarden horen volgens de rekenregels doseringen van respectievelijk 1,29 en 1,33 L Finale per ha. Het gros van de meetwaarden op het Torringaperceel lag tussen 0,8 en 0,9. Gemiddeld lagen de meetwaarden op het Torringaperceel iets lager dan op het Polderperceel.

De effectiviteit van de Finale-behandeling op de 'sensorgestuurde' stroken van de twee percelen was goed. Dit moet echter gezien worden in combinatie met de nabehandeling. Op 30 juli (Polderperceel) of 2 augustus (Torringerperceel) werd nabehandeld met volvelds 1 L Spotlight plus per ha. Zie hiervoor toelichtingen in Tabel 1 en 2. De effectiviteit van Finaledoseringen wordt in detail besproken onder kopje effectiviteitproeven. De teler behandelde als praktijk de gewassen buiten de gescande stroken met een dosering van 1,75 L Finale per ha (spuitvolume 200 L per ha) plus 1 L Spotlight plus volvelds. Op de sensorgestuurde stroken werd gemiddeld met 1,3 L Finale per ha plus 1 L Spotlight per ha een goed resultaat behaald. Het Finalegebruik was met een kwart gereduceerd op de gescande stroken.

Effectiviteitproef

Op 23 juli werden de proefveldjes eerst geklapt op 5-10 cm stengellengte en vervolgens behandeld met één van vier vaste doseringen van Finale (1,1, 1,4, 1,75 of 2 L per ha). Deze doseringen werden met de spuit van het prototype toegediend. De spuit was afgestemd op 300 L water per ha. De strook naast de proefveldjes werd behandeld met het prototype en de dosering hier was sensorgestuurd (zie beschrijving praktijktest).

In onderstaande tabellen staan de resultaten per ras samengevat. Vijf dagen na toediening van Finale toonden de meeste stengels nog 'groen' op de stengels, circa 10 % van het oppervlak, waar onbehandeld 70-80 % groen toonde. De onderlinge verschillen tussen de rassen en tussen de Finale-objecten waren minimaal. Toelichting op de schaal voor beoordeling %-groen op stengels staat in de bijlage. Metingen met de MLHD-PPM-meter bevestigen het beeld dat fotosyntheseactiviteit van de stengels sterk afgenomen was op 28

juli (hoe hoger de waarde, hoe meer fotosynthese) en dat er kleine onderlinge verschillen waren tussen de Finale-objecten en de rassen.

Vanaf eind juli liepen nieuwe stengels uit op de geklapte stengels en was een tweede behandeling met een middel noodzakelijk om kans op virusinfectie te verkleinen. De behandeling werd volvelds uitgevoerd met Spotlight Plus (1 L/ha) op 30 juli (ras Kondor) of op 1 augustus (ras Marfona). Bij de beoordeling op 7 augustus bleek dat Marfona meer uitlopers had dan Kondor, dat het sensorgestuurde Finale-object het beste resultaat gaf, en dat het er een licht doseringseffect was van de eerste Finale-besparing op 23 juli. Doseringen vanaf 1,4 L Finale per ha gecombineerd met de nabehandeling Spotlight gaven goede effectiviteit. De dosering van 1,1 L per ha was net niet voldoende.

Op 6 augustus werden handmatig en met de greep proefmonsters genomen om opbrengst en kwaliteit te bepalen. De opbrengst van Kondor was 52,4 ton per ha en van Marfona 48,1 ton per ha. De gerooide monsters werden in koelcel van PPO in Lelystad opgeslagen en in voorjaar 2009 op kwaliteit beoordeeld. De koelcel was ingesteld op 6 °C. Beoordeling werden gedaan op naveleindrot/vaatbundelverkleuring en afwijking in vorm of kleur.

Tabel 1. Inzet loofdodingsmiddelen en beoordeling effectiviteit in objecten in aardappelras Kondor op polderperceel in 2008

Object	Dosering Finale 23/07	Beoordeling 28/07		Dosering Spotlight 30/07	Beoordeling %-stengels met uitlopers 07/08
		%-groen op stengels	PPM stengels		
Controle	0	7	54	1	5
Finale_1	1,1	3	12	1	1
Finale_2	1,4	2	8	1	< 0.5
Finale_3	1,75	2	15	1	< 0.5
Finale_4	2,0	2	17	1	< 0.5
Prototype	Sensor-gestuurd	2		1	< 0.5

Tabel 2. Inzet loofdodingsmiddelen en beoordeling effectiviteit in objecten in aardappelras Marfona op Torringa-perceel in 2008

Object	Dosering Finale 23/07	Beoordeling 28/7		Dosering Spotlight 02/08	Beoordeling %-stengels met uitlopers	
		%-groen op stengels	PPM stengels		01/08 (voor Spotlight)	07/08
Controle	0	8	45	1	18	21
Finale_1	1,1	2	10	1	8	5
Finale_2	1,4	3	14	1	6	5
Finale_3	1,75	1	10	1	3	2
Finale_4	2,0	3	7	1	4	4
Prototype	Sensor-gestuurd	2		1	2	1

Kwaliteitbeoordelingen

De knollen werden beoordeeld op ontvelling, verkleuring van navels en rooibeschatiging op 29 april 2009. 20 knollen per monster werden beoordeeld. Er waren geen significante verschillen tussen de objecten. Het percentage knollen met ontvelling was 1 %. Het percentage knollen met verkleuring van de navel was 0,33 %. Het percentage knollen met (lichte) rooibeschatiging was 9 %. Er werden geen significante effecten van ras of dosering waargenomen.

Veldexcursie

Op 4 augustus werd een veldexcursie georganiseerd voor de telers van studiegroep optimalisatie pootgoedteelt Groningen. Bij de excursie waren 20 telers aanwezig. De reacties waren positief en kritisch. De telers gaven aan open te staan voor reductie in dosering alleen als de risico's goed te overzien zijn.

Conclusies & Aanbevelingen

1. Het prototype voor een sensorgestuurde klap-spuit-machine voor loofdoding in pootgoedteelten van aardappel heeft goed gefunctioneerd.
2. In de periode dat de loofdoding gedaan wordt bleken er verschillen in de gewassen te zijn die meetbaar zijn met de sensoren.
3. De verschillen in meetwaarden bieden perspectief voor variabel doseren van loofdodingsmiddel.
4. Door variabel doseren kan middel bespaard worden met behoud van goede werking.
5. De effectiviteitsproef onderbouwd dat er ruimte is voor optimalisatie van dosering van loofdodingsmiddelen in pootgoedteelt van aardappel
6. Bij verdere ontwikkeling van het prototype en het systeem is verdere ontwikkeling en validatie van de beslisregels die sensormetwaarden doorvertalen in doseringen het grootste aandachtspunt.
7. Er bleek in de proef geen significant effect van ras en dosering Finale op de kwaliteit van de knollen.

Bijlage 1

Schaal beoordeling effect loofdodingsmiddel op afsterving van het gewas (maak schatting voor 10-20 stengels per veldje in middelste 2 rijen in midden van het veld)

0	100% dood stengeloppervlak (geheel bruin)
1	tot 5 % groen oppervlak op stengel
2	5-10 % groen oppervlak op stengel
3	10-25 % groen oppervlak op stengel
4	10-25 % groen oppervlak op stengel
5	40-50 % groen oppervlak op stengel
6-10	Ieder verder punt op de schaal is steeds een verhoging van de range met 10 %-punten

Bijlage 2

NDVI-kaarten van Polder- en Torringaperceel

Separaat beschikbaar