



Toepassing van NBS-aardappelsensing in de teelt van zetmeelaardappelen

IJkakker
Veldproef 2014 't Kompas

Willem van Geel
David van der Schans



WAGENINGEN UR
For quality of life

Toepassing van NBS-aardappelsensing in de teelt van zetmeelaardappelen

IJkakker
Veldproef 2014 't Kompas

Willem van Geel en David van der Schans

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Wageningen UR is een samenwerkingsverband tussen Wageningen Universiteit en Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek.

Wageningen, Augustus 2015

PPO/PRI-rapport 655

Geel, Willem van en Schans, David van der, 2015. *Toepassing van NBS-aardappelsensing in de teelt van zetmeelaardappelen*; IJkakker, Veldproef 2014 't Kompas. Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek. Research Institute Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, Wageningen UR (University & Research centre), PPO/PRI-rapport 655.

© 2015 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Research Institute Praktijkonderzoek Plant & Omgeving/Plant Research International, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wageningenur.nl

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). 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 DLO.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

PPO/PRI-rapport 655

Inhoud

Samenvatting	5
1 Aanleiding	7
2 Materiaal en Methode	9
2.1 N-bijmestsystemen	9
2.2 Proefopzet en aanleg	10
2.3 Waarnemingen	11
2.3.1 Bodem- en gewasmetingen	11
2.3.2 Opbrengst, OWG en N-opname	11
2.4 Dataverwerking	11
3 Resultaten	13
3.1 Bemesting	13
3.2 Opbrengst en kwaliteit	14
3.3 Stikstofopname	16
4 Discussie	17

Samenvatting

In het kader van IJkakker worden gewassensoren ingezet als monitor voor gewasontwikkeling. Uit een opname met gewassensoren kan een schatting worden gemaakt van de hoeveelheid stikstof die in een gewas zetmeelaardappel is opgenomen. Dit wordt vergeleken met een streefwaarde voor de N-inhoud van het gewas en vervolgens kan worden bepaald of een N-bijbemesting nodig is en zo ja, hoeveel. Voor consumptieaardappel is dit uitgewerkt in een adviesmodule op Akkerweb. Deze adviesmodule genereert een N-bijmestkaart die door een kunstmeststrooier met GPS plaatsbepaling kan worden gegeven.

Voor zetmeelaardappel kan met dezelfde systematiek een advies worden gegeven. Mogelijk is er voor zetmeelaardappel nog een aanpassing in de berekening van het N-bijmestadvies nodig.

Deze proef heeft als doel een stikstofbijmeststelsel voor zetmeelaardappel op basis van gewassensing te ontwikkelen en te vergelijken met een standaard praktijkbemesting en een bestaand N-bijmeststelsel gebaseerd op monsternamen van bodem en gewas.

In 2014 is op proefboerderij 't Kompas in zetmeelaardappel een proef aangelegd waarin twee varianten van een N-bijmeststelsel op basis van gewassensing zijn beproefd:

- a. een eenvoudig stelsel waarbij eenmalig bij gewassluiting een bijmestadvies wordt gegeven op basis van gewassensing
- b. een uitgebreid stelsel waarbij het gewas gedurende een langere periode wordt gemonitord met de gewassensor en op meerdere momenten een bijmestadvies kan worden gegeven.

Daarnaast is het N-bijmeststelsel Bemestingsnavigator van Altic opgenomen in de proef als referentie. Dit stelsel bestaat uit aardappelmonitoring (meting van het loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladstelen) aangevuld met gelijktijdige meting van de Nmin-voorraad in de laag 0-30 cm. Rond knolzetting wordt twee keer gemeten.

Verder is in de proef een reeks met verschillende vaste N-trappen aangelegd om te kunnen vaststellen wat een optimale N-gift is geweest onder de betreffende groeiomstandigheden en het resultaat van de verschillende bijmestsystemen hieraan te kunnen toetsen.

De basisgift stikstof in de proef was 205 kg N per ha. Dat was hoger dan gepland. De basisbemesting bestond voor het grootste deel uit varkensdrijfmest, die een hoger N-gehalte bleek te hebben dan was verwacht.

Alle drie de systemen gaven het advies om niet bij te bemesten tijdens het groeiseizoen. Dit was een goed advies. Bijbemesting leidde niet tot een significante verhoging van het veldgewicht noch van de zetmeelopbrengst. De opbrengst in de proef lijkt te zijn beperkt door andere groeifactoren dan stikstof, mogelijk door hoge temperaturen en droogte in de zomer.

Bij een basisgift van 150 kg N per ha was met NBS-gewassensing de N-voorziening van het gewas waarschijnlijk onvoldoende goed bijgestuurd. Het bijmestadvies werd in deze proef slechts in geringe mate beïnvloed door de hoogte van de basisgift stikstof en werd sterker beïnvloed door het moment van meting.

Derhalve staat nog niet vast dat de systemen goed functioneren. Daarvoor moeten onder uiteenlopende groeiomstandigheden worden beproefd (op meerdere grondsoorten en in meer jaren) en zonodig worden aangepast.

1 Aanleiding

In het kader van IJkakker worden gewassensoren ingezet als monitor voor gewasontwikkeling. IJkakker heeft tot doel sensorgestuurde teeltmaatregelen te ontwikkelen. Het deelproject IJkakker-bemesting onderzoekt de mogelijkheden in de teelt van aardappelpootgoed en zetmeelaardappel. Uit een opname met gewassensoren kan een schatting worden gemaakt van de hoeveelheid stikstof die in een gewas zetmeelaardappel is opgenomen. Op basis van een eenvoudig groeimodel dat uit de temperatuursom de totale N-opname door het gewas berekent vanaf opkomst, kan de streefwaarde voor de N-opname op elke willekeurig tijdstip worden vastgesteld. Als de geschatte N-opname uit de sensordata lager is dan de streefopname op het tijdstip van sensing, wordt een stikstofbijmestgift berekend.

Voor consumptie aardappel is dit uitgewerkt in een adviesmodule op Akkerweb. Deze adviesmodule genereert een N-bijmestkaart die door een kunstmeststrooier met GPS plaatsbepaling kan worden gegeven.

Voor late consumptieteelt is de adviesmodule NBS-aardappelsensing op een beperkt aantal percelen gevalideerd. Voor zetmeelaardappel kan met dezelfde systematiek een advies worden gegeven. Mogelijk is er voor zetmeelaardappel nog een aanpassing in de berekening van het N-bijmestadvies nodig.

Deze proef heeft als doel een stikstofbijmestsysteem voor zetmeelaardappel op basis van gewassensing te ontwikkelen en te vergelijken met een standaard praktijkbemesting en een bestaand N-bijmestsysteem gebaseerd op monsternamen van bodem en gewas.

Toepassing van een N-bijmestsysteem in zetmeelaardappel is met name zinvol op percelen waar veel stikstof mineraliseert (uit de bodem-organische stof en/of stikstofrijke gewasresten van de voorvrucht) en/of bij toepassing van een basisbemesting met dierlijke mest voor de teelt. De mineralisatie van stikstof wisselt sterk tussen percelen en ook binnen percelen en tussen jaren door verschil in weersomstandigheden (met name temperatuur). Vooral op gronden met een hoge mineralisatie is moeilijk te voorspellen hoeveel stikstof er precies mineraliseert en wanneer. Bij gebruik van drijfmest kan de hoeveelheid stikstof die voor het gewas beschikbaar is, nogal fluctueren en afwijken van wat men denkt dat er beschikbaar is.

De onzekerheid over hoeveel stikstof er gedurende het groeiseizoen beschikbaar is voor het gewas, is te ondervangen door het gewas tijdens het groeiseizoen te monitoren en het N-aanbod bij te sturen door toepassing van een N-bijmestsysteem. Hiermee wordt beoogd om de juiste hoeveelheid stikstof aan het gewas toe te dienen voor het behalen van een maximale opbrengst en kwaliteit, een onnodig hoge N-gift te voorkomen en het N-verlies naar het milieu zoveel mogelijk te beperken.

In hoofdstuk twee is de opzet en uitvoering van de proef beschreven en in hoofdstuk 3 de resultaten. In hoofdstuk 4 worden de resultaten besproken en zijn de conclusies weergegeven.

2 Materiaal en Methode

2.1 N-bijmestsystemen

In 2014 is op proefboerderij 't Kompas in zetmeelaardappel een proef aangelegd waarin twee varianten van een N-bijmeststelsel op basis van gewassensing zijn beproefd:

- een eenvoudig systeem NBS-gewassensing (NBS-gewassensing eenmalig bij gewassluiting)
- uitgebreid systeem NBS-gewassensing (NBS-gewassensing + temperatuur)

Als gewassensor is een CropScan-sensor met 16 meetbanden gebruikt. Vanaf 50% bodembedekking is wekelijks de EM-reflectie en -instraling boven elk veldje gemeten. Uit de reflectiewaarden is een vegetatie-index ($WDVI_{\text{groen}}$) berekend. Met behulp van een bekende relatie tussen deze index en de N-opname in het hele gewas is een schatting gemaakt van de N-opname.

Bij 'NBS-gewassensing eenmalig bij gewassluiting' kan een bijmestadvies worden berekend zodra het gewas de bodem heeft bedekt. De N-gift wordt berekend als: streefwaarde N-opname bij gewassluiting minus gemeten N-opname. De streefwaarde voor zetmeelaardappel bij gewassluiting is standaard 175 kg N per ha bij een opbrengst van 50 ton/ha. Naar gelang de opbrengstverwachting kan deze waarde naar boven of beneden worden bijgesteld. Als de gemeten N-opname hoger is dan de streefwaarde is het bijmestadvies nul.

Dit systeem is het eerst ontwikkelde NBS op basis van gewassensing. Het is een eenvoudig systeem, waarmee slechts op één moment een bijmestadvies kan worden berekend: rond gewassluiting. Als al eerder, vroeg in het seizoen, een tekort aan stikstof optreedt door bijvoorbeeld uitspoeling, kan nog geen bijmestadvies worden berekend.

Afgelopen jaren zijn nieuwe N-bijmestsystemen op basis van gewassensing ontwikkeld waarmee gedurende een langere periode het gewas wordt gemonitord en een bijmestadvies kan worden gegeven (ook vóór gewassluiting). Deze systemen moeten nog verder worden beproefd en zonodig worden bijgesteld.

Één van die systemen is 'NBS-gewassensing + temperatuur'. Hierbij wordt de gemeten N-opname vergeleken met een streef-N-opnamecurve. Deze curve wordt geconstrueerd op basis van de verwachte gewasopbrengst voor het perceel (streefopbrengst) en de temperatuursom vanaf poten of vanaf opkomst. In deze proef is uitgegaan van T-som vanaf poten. Hiervoor zijn de temperatuurgegevens van meteorostation Eelde genomen.

Als streefopbrengst is uitgegaan van 55 ton per ha veldgewicht. Vervolgens wordt de totale N-opname door het gewas (N_{max} ; op het moment van begin loofafsterving) berekend via: $55 \text{ ton/ha} \times 3,7 \text{ kg N per ton} \times 1,188 - 25 = 217 \text{ kg N per ha}$.

De streef-N-opnamecurve (ofwel normlijn) is berekend als: $N_{\text{max}} * e^{-0,00494 * (T\text{-som} - 544)}$

De T-som is berekend vanaf de datum van opkomst met een basistemperatuur van 2 °C (berekening T-som op basis van de gemiddelde etmaaltemperatuur minus 2 graden).

Als de gemeten N-opname lager is dan de streef-N-opname, volgt een advies. Als het N-tekort vroeg in het seizoen, voor gewassluiting optreedt, is het advies twee maal het verschil tussen streefwaarde en actuele N-opname. Na gewassluiting is het advies het verschil tussen de streefopname en de actuele N-opname geschat uit sensing. Volgens deze methodiek werkt de NBS aardappelsensing op Akkerweb.

Naast NBS-gewassensing is het nieuwe bijmeststelsel Bemestingsnavigator van Altic opgenomen in de proef. Dit systeem bestaat uit aardappelmonitoring (meting van het loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladstelen) aangevuld met gelijktijdige meting van de N_{min} -voorraad in de laag 0-30 cm. Rond knolzetting wordt twee keer bemonsterd (bladstelen, loofgewicht en bodem) met een tussenperiode van een week. Het bijmestadvies wordt berekend door eerst het aardappelmonitoringsadvies op basis van loofgewicht en nitraatgehalte in de bladstelen vast te stellen. Vervolgens wordt op dit advies een correctie aangebracht op basis van de minerale N-voorraad.

Verder is in de proef een reeks met verschillende vaste N-trappen aangelegd om te kunnen vaststellen wat een optimale N-gift is geweest onder de betreffende groeiomstandigheden en het resultaat van de verschillende bijmestsystemen hieraan te kunnen toetsen.

2.2 Proefopzet en aanleg

Het proefveld werd aangelegd als volledig gelote blokkenproef met 8 objecten in 4 herhalingen in zetmeel aardappel (ras Seresta). In tabel 1 staan de geplande N-bemestingsniveaus op de acht behandelingen. In bijlage 1 is het proefveldschema met de objectcodes weergegeven.

Tabel 1

Geplande stikstofgiften in een N-bemestingsproefveld in zetmeelaardappel (ras Seresta) op Proefboerderij 't Kompas, perceel 68A, in 2014

Object code	Basisgift		Bijbemesting			Totaal stikstofgift werkzaam (kg N / ha)
	Mestvarkensdrijfmest (m ³ / ha)	KAS kg N / ha	1 ^e bij begin knolzetting KAS kg N / ha	2 ^e eind juni KAS kg N / ha		
Vaste N-trappen						
A		0				0
B	25 m ³ (100 kg N-werkzaam)	0				100
C	25 m ³ (100 kg N-werkzaam)	50				150
D	25 m ³ (100 kg N-werkzaam)	50	75			225
E	25 m ³ (100 kg N-werkzaam)	100	75	25		300
N-bijmestsystemen						
			Bijbemesting met KAS			
F	25 m ³ (100 kg N-werkzaam)	50	S2. bemestingsnavigators aardappel Bladsteeltjes, loofmassa plus Nmin bodem, 2 x			volgens advies
G	25 m ³ (100 kg N-werkzaam)	50	S3. NBS gewassensing Yara N-sensor (systeem Booij) Vanaf gewassluiting 1 keer meten			volgens advies
H	25 m ³ (100 kg N-werkzaam)	50	S6. NBS gewassensing + temperatuur N-sensor; streefopbrengst en T-som Vanaf 3 weken na opkomst, 4-5 keer meten			volgens advies

De proef werd op 1 mei gepoot. De opkomstdatum was 20 mei en de gewassluiting was ca. 15 juni bij de objecten met alleen de N-basisbemesting.

De vaste trappen werden overeenkomstig de gangbare praktijk bemest. De basisbemesting bestond uit varkensdrijfmest, toegediend met een bouwlandinjecteur op 29 maart vóór de hoofdgrondbewerking. Hiermee werd beoogd 100 kg werkzame N per ha toe te dienen, 42 kg P₂O₅ en 140 kg K₂O. Verder bestond de basisbemesting uit een aanvulling met KAS, die varieerde per object (tabel 1) en op 30 april werd gestrooid. Daarnaast kreeg het hele perceel nog een basisbemesting van 100 kg K₂O (K-60) en een bijbemesting met 30 kg K₂O via patentkali na knolzetting.

Op de A-veldjes (nulobject) werd geen drijfmest toegepast. Object A kreeg een extra aanvulling van 50 kg P₂O₅ (tripelsuper) en 150 kg K₂O (K-60) per ha.

Bij de hoge N-trappen (objecten D en E) volgden nog één respectievelijk twee bijbemestingen.

In bijlage 2 staat het logboek met alle teeltmaatregelen.

2.3 Waarnemingen

2.3.1 Bodem- en gewasmetingen

De gegevens van de bodemvruchtbaarheid van het proefperceel zijn weergegeven in bijlage 3. De N-min voorjaar is niet gemeten.

Voor Bemestingsnavigator (object F) is in de proef gemeten op 24 juni en 2 juli: loofgewicht, nitraatgehalte in de bladstelen en Nmin bodem.

De waarnemingen met de CropScan sensor werd voor de eerste keer op 13 juni gedaan en daarna wekelijks herhaald, op 18 juni, 25 juni en 3 juli, tot het loof in elkaar zakte. Uit de reflectiewaarden werd de WDV_{I_{groen}} berekend en de N-opname geschat:

als WDV_{I_{groen}} < 40.2: $2.095 * WDV_{I_{groen}} + 1.88$

als WDV_{I_{groen}} ≥ 40.2: $8.1 * WDV_{I_{groen}} - 239.6$

WDV_{I_{groen}} werd berekend uit reflectie bij 560 nm (groen) en 810 nm (NIR)

Bij 'NBS-gewassensing eenmalig bij gewassluiting' (object G) is na gewassluiting een bijmestadvies berekend. Er is hierbij niet uitgegaan van de standaard streefwaarde voor de N-opname bij gewassluiting (175 kg N per ha), maar van de streefwaarde op het moment van meting volgens de T-somcurve.

Bij 'NBS-gewassensing + temperatuur' (object H) is bij alle meetmomenten bepaald of een bijbemesting nodig was.

Op 13 augustus zijn met behulp van gewassensing verschillen in loofafsterving beoordeeld c.q. verschillen in grondbedekking door groen loof.

2.3.2 Opbrengst, OWG en N-opname

Na oogst zijn het veldgewicht (VG) vastgesteld, het onderwatergewicht (OWG) en het zetmeelgehalte in de knollen. Vervolgens is het uitbetalingsgewicht (UBG) berekend, volgens:

$$UBG = VG \times \frac{OWG - 100}{1.01 - 100}$$

Verder zijn het droge-stofgehalte en het N-gehalte in de knollen bepaald (door Altic). Met deze cijfers is de droge-stofproductie berekend en de N-opname in de knollen. Op basis van de N-opname in de knollen is de schijnbare stikstofbenutting (ANR; apparent nitrogen recovery) per object berekend. Dit is de extra N-opname in de knollen ten opzichte van het nulobject, gedeeld door de stikstofgift.

2.4 Dataverwerking

De proefresultaten zijn statistisch geanalyseerd met behulp van het softwarepakket Genstat. Er is een variantieanalyse uitgevoerd en een tweezijdige t-toets. Verschillen tussen objecten zijn als statistisch significant aangemerkt indien de overschrijdingskans kleiner is dan 5%. In de tabellen met resultaten in de hoofdstuk 3 is met een lettercode aangegeven of de objecten significant van elkaar verschillen. Als achter de objecten dezelfde letter staat, betekent dit dat ze niet significant van elkaar verschillen. Ook is met een polynoomfunctie binnen Genstat beoordeeld of het lineaire en kwadratische effect van de N-gift significant is.

Verder is de respons van de opbrengst of N-opname op de stikstofbemesting grafisch weergegeven en is een zogenoemde responscurve gefit met behulp van regressieanalyse. Op basis van de responscurve voor uitbetalingsgewicht is de optimale N-gift afgeleid.

3 Resultaten

Het voorjaar van 2014 was relatief warm en zonnig. In Drenthe viel meer neerslag dan normaal. Met name mei was nat. De zomer was over het geheel genomen vrij warm en vrij zonnig en in het noorden van het land vrij droog. Juni en juli waren warme maanden, maar augustus was relatief koel.

3.1 Bemesting

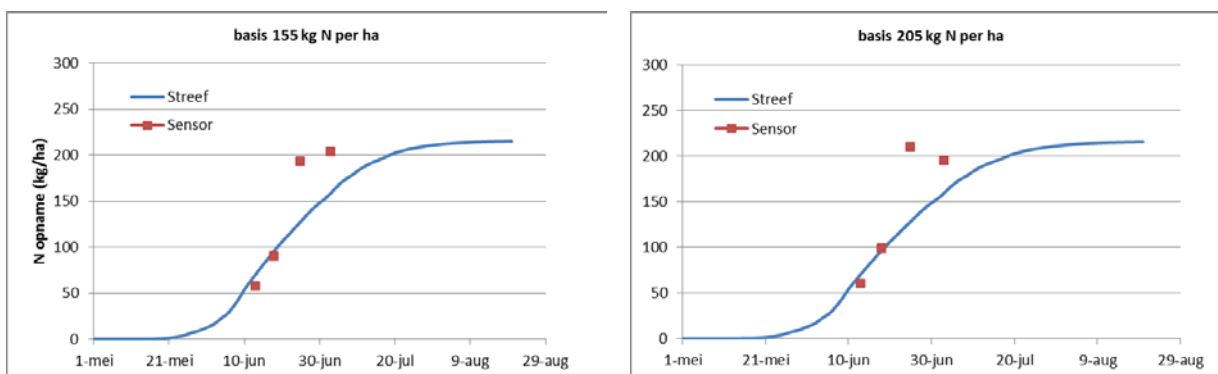
Het stikstofgehalte in de varkensdrijfmest bleek hoger te zijn dan verwacht (8,3 kg N per ton), waardoor met de mest ruim 200 kg N-totaal per ha werd gegeven en naar schatting zo'n 155 kg N-werkzaam per ha. Met nog de aanvullende KAS-gift van 50 kg N per ha kwam de totale basisgift bij de bijmestobjecten daarmee uit op 205 kg N per ha.

Het praktijkadvies voor Seresta op dalgrond is 225 kg N/ha, waarvan 180 aan de basis en 45 bij knolzetting wordt toegepast. Daarvan kan nog de N-werking uit de gewasresten van de voorvrucht suikerbiet vanaf worden getrokken: 20 à 30 kg N per ha.

De op basis van sensing afgeleide N-inhoud van het aardappelgewas was bij de basisgift van 205 kg N per ha na de eerste meting (13 juni) iets lager dan de streef-N-inhoud (figuur 1). Aangezien er nog geen volledige grondbedekking was bereikt, is bij object G geen bijmestadvies gegeven. Bij object H werd een bijmestadvies berekend van 22 kg N per ha. Omdat de onderschrijding klein was en het nog vroeg was in het groeiseizoen, is echter besloten om de volgende meting af te wachten. Bij de navolgende metingen was de afgeleide N-inhoud gelijk of hoger dan de streef-N-inhoud en was bij beide objecten het advies om niet bij te bemesten.

Ook bij Bemestingsnavigator zaten het loofgewicht en het nitraatgehalte in de bladstelen op of boven de normlijn (zie bijlage 4) en was het advies om niet bij te bemesten.

Niet bijbemesten werd in de proef al toegepast bij object C. Om toch verschillen aan te brengen en de juistheid van het advies te verifiëren is besloten bij de objecten F, G en H wel bij te bemesten: respectievelijk 25, 50 en 75 kg N per ha.



Figuur 1. Op basis van gewassensing afgeleide N-inhoud van het gewas ten opzichte van de streef-N-opname op basis van temperatuursom bij een basisgift van 155 en 205 kg N per ha.

Bij de basisgift van 155 kg N per ha (object B) zat de via gewassensing afgeleide N-inhoud bij de eerste (13 juni) en tweede meting (18 juni) net iets onder de streef-N-opnamecurve. Berekening van een bijmestgift resulteert in 26 kg N per ha na de eerste meting of 7 kg N per ha na de tweede meting. In het laatste geval zou niet zijn bijbemest. Na de derde en vierde meting zou zijn geadviseerd niet bij te bemesten.

Indien bij object G de standaard streefwaarde van 175 kg N per ha zou zijn gehanteerd bij gewassluiting, zou dat hebben geresulteerd in een bijmestadvies van 75 kg N per ha na de meting van

18 juni maar van 0 kg N per ha na de meting van 25 juni. Bij object B zou 85 kg N per ha zijn geadviseerd op 18 juni en eveneens 0 kg N per ha op 25 juni.

De via gewassensing afgeleide N-inhoud van het gewas is weergegeven in tabel 3. Op 13 en 18 juni nam die N-inhoud significant lineair toe naarmate de N-gift hoger was. Op 25 juni en 3 juli was er sprake van een significante toename bij lage N-gift en vlakke die toename bij de hogere N-giften af (significant lineair en kwadratisch contrast).

Tabel 2.

Gerealiseerde N-bijbemesting per object, KP9632 te Valthermond 2014 (kg N per ha).

Object	Basis bemesting N		N-bijbemesting			Totale N-gift
	VDM	KAS	Knolzetting juni	Loof gesloten	Totaal bijbemest	
Vaste trap A	0	0	0	0	0	0
Vaste trap B	155	0	0	0	0	155
Vaste trap C	155	50	0	0	0	205
Vaste trap D	155	50	75	0	75	280
Vaste trap E	155	75	75	25	100	355
F Bijmest sensor 1*	155	50	0	25	25	230
G Bijmest sensor 2*	155	50	0	50	50	255
H Bemestingsnavigators*	155	50	0	75	75	280

* Het bijmest advies van deze objecten was 0 kg N/ha. De advies bemesting was daarmee gelijk aan vaste trap C, om te beoordelen of dit advies terecht was is besloten respectievelijk 25, 50 en 75 kg N/ha te geven op 10 juli.

Tabel 3

Via gewassensing afgeleide N-inhoud van het gewas, KP9632 te Valthermond 2014 (kg N per ha).

Object	N-gift vóór 13, 18 en 24 juni	N-opname 13 juni	N-opname 18 juni	N-opname 25 juni
A	0	41 a . .	46 a . .	62 a .
B	155	58 . b .	90 . b .	193 . b
C, D, F, G, H	205	60 . b .	98 . b .	210 . b
E	230	64 . . c	112 . . c	217 . b

Object	N-gift vóór 3 juli	N-opname 3 juli
A	0	78 a .
B	155	204 . b
C, F, G, H	205	195 . b
D	280	213 . b
E	305	212 . b

3.2 Opbrengst en kwaliteit

Op 13 augustus was het loof bij nulobject verder afgestorven dan bij de overige objecten. De NDVI bij het nulobject bedroeg 0,85 en was significant lager dan de NDVI van de overige objecten. Tussen de overige objecten was er geen significant verschil in loofafsterving en bedroeg de NDVI gemiddeld 0,91.

De resultaten van de opbrengst- en kwaliteitsbepalingen na oogst zijn weergegeven in tabel 4.

Het veldgewicht nam toe bij verhoging van de N-gift tot 205 kg N per ha. Bij nog hogere N-gift nam de opbrengst niet duidelijk meer toe.

De hoogte van de N-gift had geen significant effect op het onderwatergewicht (OWG) en ook niet op het zetmeelgehalte. Enkel bij het nulobject waren zowel het OWG als het zetmeelgehalte significant hoger dan het gemiddelde van de met stikstof bemeste objecten.

Het uitbetalingsgewicht en de zetmeelopbrengst namen eveneens toe bij verhoging van de N-gift tot 205 kg N per ha. Ook hierbij was er geen duidelijk opbrengststijging meer bij nog hogere N-giften. De N-bemesting had geheel geen significant effect op het droge-stofgehalte van de knollen. Gemiddeld bedroeg dit 28,6% in de proef.

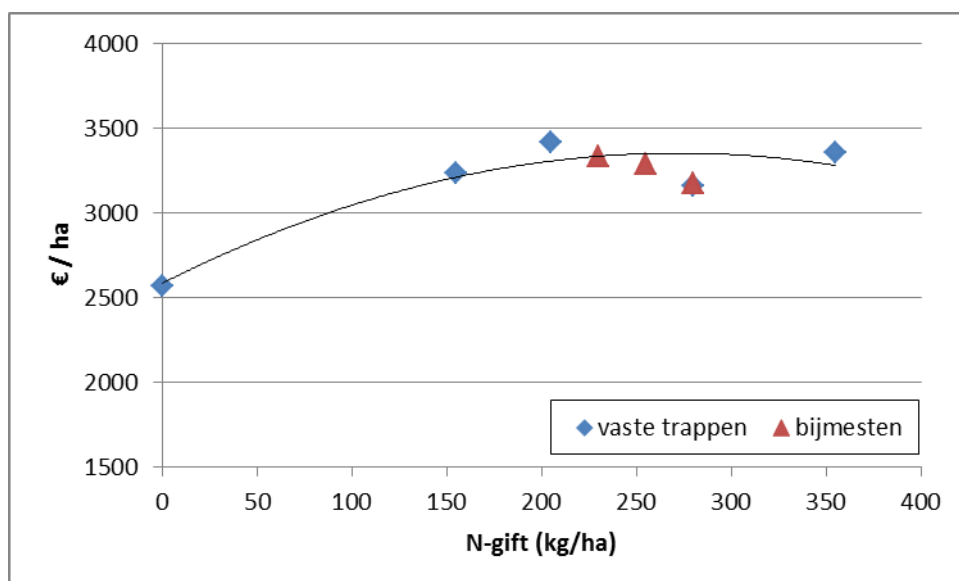
Tabel 4

Veldgewicht, onderwatergewicht (OWG), uitbetalingsgewicht (UBG), zetmeelgehalte en zetmeelopbrengst, KP9632, Valthermond 2014

Object	N-gift	Veldgewicht (ton/ha)	OWG	UBG (ton/ha)	Zetmeel (%)	Zetmeel (ton/ha)
Vaste trap A	0	35.5 a .	537	51.2 a .	22.5	8.0 a .
Vaste trap B	155	47.9 . b	515	65.4 . b	21.4	10.2 . b
Vaste trap C	205	49.6 . b	527	69.7 . b	22.0	10.9 . b
Vaste trap D	280	48.1 . b	519	66.5 . b	21.6	10.4 . b
Vaste trap E	355	51.7 . b	524	72.1 . b	21.8	11.3 . b
Bijmest 25 F	230	49.0 . b	525	68.6 . b	21.9	10.7 . b
Bijmest 50 G	255	49.9 . b	517	68.6 . b	21.5	10.7 . b
Bijmest 75 H	280	49.0 . b	515	67.1 . b	21.4	10.5 . b
LSD 5%		4.3	n.s.	7.9	n.s.	1.3

	OWG	Zetmeel (%)
Nulobject A	537 a .	22.5 a .
Gemiddelde N-bemeste objecten	520 . b	21.6 . b
LSD 5%	15	0.8

In figuur 2 is de financiële opbrengst per ha uitgezet verminderd met de kosten van kunstmeststikstof. Voor de berekening van de financiële opbrengst is uitgegaan van een basisprijs van € 58,- per ton veldgewicht. Verder is in de uitbetalingsprijs de bonus/malus-verrekening meegenomen voor het zetmeelgehalte en onderwatergewicht volgens de normen die AVEBE in september 2014 hiervoor hanteerde. Van de berekende financiële opbrengst per ha zijn de kosten voor kunstmeststikstof afgetrokken. Er is gerekend met eenprijs van € 1,1- per kg N. De aldus berekende financiële opbrengst verschilde niet significant tussen de objecten B t/m H (traject met giften van 155-355 kg N per ha).

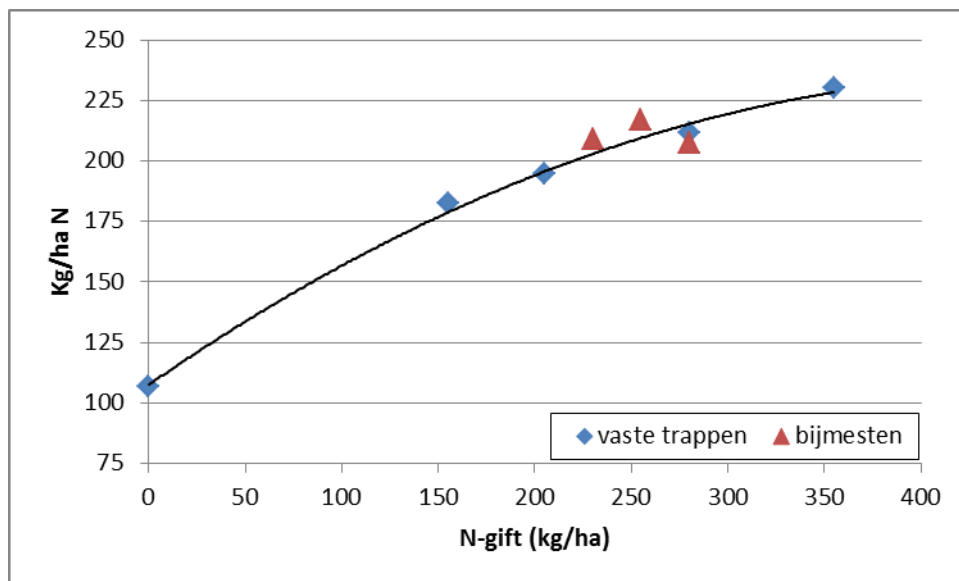


Figuur 2. Financiële opbrengst minus de kosten van kunstmeststikstof KP9632, Valthermond 2014.

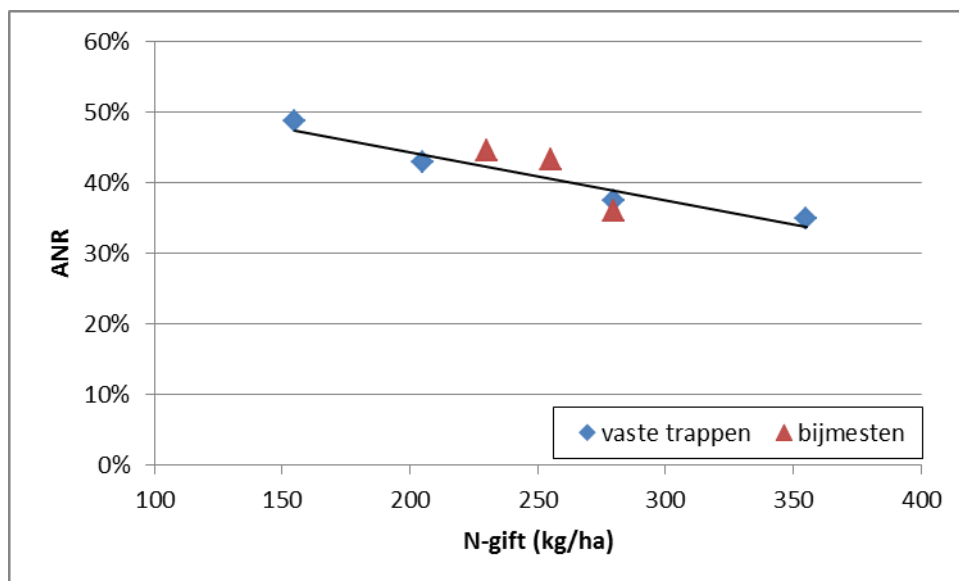
3.3 Stikstofopname

De stikstofopname in de knollen bleef toenemen bij stijging van de N-gift (figuur 3). Dit response van de N-opname op de N-bemesting was met name bij de hoge N-giften sterker dan de opbrengstrespons.

De schijnbare N-benutting (ANR) nam lineair af bij stijging van de N-gift (figuur 4).



Figuur 3. Relatie tussen de stikstofopname in de knollen en de stikstofgift KP9632, Valthermond 2014.



Figuur 4. Schijnbare N-benutting (ANR) op basis van N-opname in de knollen KP9632, Valthermond 2014.

4 Discussie

De basisbemesting van 205 kg N per ha was voldoende in deze proef om een optimaal financieel resultaat te behalen. Bijbemesting leidde niet tot een significante verhoging van het veldgewicht noch van de zetmeelopbrengst. Alle systemen gaven een juist advies, om niet bij te bemesten.

Na de eerste meting met de sensor (13 juni) werd bij object H een bijmestadvies berekend van 22 kg N per ha. Dit is niet gestrooid. Op basis van de responsecurve van het UBG was, bij een wat hogere uitbetalingsprijs, een dergelijk geringe bijmestgift te rechtvaardigen.

Bijbemesting c.q. hogere N-giften leidden in deze proef wel tot een hogere N-opname. Die hogere N-opname vertaalde zich echter niet in een hogere opbrengst. Dit duidt erop dat andere groeifactoren dan stikstof eerder beperkend waren voor de opbrengst. Mogelijk hebben de hoge temperaturen en droogte in de zomer de groei beperkt. De streefopbrengst van 55 ton per ha veldgewicht is niet gehaald in de proef.

De opbrengst in de proef lijkt te zijn beperkt door andere groeifactoren dan stikstof, mogelijk door hoge temperaturen en droogte in de zomer.

De basisbemesting met stikstof in de proef viel hoger uit dan gepland, doordat de varkensdrijfmest die voor het poten was toegediend, een hoger N-gehalte bleek te hebben dan was verwacht. De geplande gift was 150 kg N per ha. Deze gift was wel toegediend aan de basis bij de vaste trap B (155 kg N per ha). Indien hier na de meting van 13 juni was besloten om bij te bemesten, zou 26 kg N per ha zijn geadviseerd en was de totale N-gift op 181 kg N per ha uitgekomen. Dit zou waarschijnlijk net te krap zijn geweest. Als de navolgende metingen waren afgewacht, zou zijn geadviseerd niet bij te bemesten. Bij een basisgift van 150 kg N per ha was met NBS- gewassensing de N-voorziening van het gewas waarschijnlijk onvoldoende goed bijgestuurd.

Indien bij object de standaard streefwaarde van 175 kg N-opname per ha zou zijn gehanteerd bij gewassluiting, zou dat bij object G hebben geresulteerd in een bijmestadvies van 75 kg N per ha na de meting van 18 juni. De totale N-gift was dan uitgekomen op 280 kg N per ha, hoger dan nodig was. Na de meting van 25 juni zou daarentegen zijn geadviseerd om niet bij te bemesten.

Bij object B zou 85 kg N per ha zijn geadviseerd na de meting van 18 juni en was de totale N-gift op 240 kg N per ha uitgekomen. Na de meting van 25 juni zou zijn geadviseerd niet bij te bemesten en was de totale N-gift op 155 kg N per ha blijven steken.

De uit de gewassensing afgeleide N-inhoud verschilde relatief weinig tussen de objecten in verhouding tot de verschillen in N-gift (met uitzondering van het nulobject). Het bijmestadvies werd daardoor slechts in geringe mate beïnvloed door de hoogte van de basisgift stikstof en werd sterker beïnvloed door het moment van meting.

Ondanks dat de twee geteste varianten van NBS-gewassensing in deze proef een goed bijmestadvies gaven na een basisgift van 205 kg N per ha, staat echter nog niet vast dat de systemen goed functioneren. Daarvoor is het nodig de systemen onder uiteenlopende groeiomstandigheden te beproeven (op meer zand- en dalgrondpercelen en in meer jaren) en zo nodig aan te passen. Een mogelijk zinvolle aanpassing is toevoeging van een N_{min}-meting als de afgeleide N-opname lager is dan de streefopname en berekening van de bijmestgift met een N-balansmethode, waarin ook de N-mineralisatie in de bodem wordt meegerekend.

Bijlage 1 Proefveldschema

KP 9632 NBS sensing zetmeelaardappel

D	B	G	F	C	E	A	H	
4	8	12	16	20	24	28	32	
B	H	A	C	D	G	F	E	
3	7	11	15	19	23	27	31	
G	F	H	E	C	A	D	B	
2	6	10	14	18	22	26	30	
A	C	D	F	G	B	E	H	15m
1	5	9	13	17	21	25	29	
							6m	

De veldjes waren 6 meter breed en 15 meter lang. Netto 3 meter bij 10 meter.

Voorvrucht : suikerbiet
 Rijenafstand : 75 cm
 Afstand in de rij : $\pm$ 33 cm

Bijlage 2 Logboek van de teelt KP9632

Handeling	Datum		
bemesting	: 29-3-2014	VDM	25 m ³ /ha
	30-4-2014	N volgens schema	KAS
	1-5-2014	P volgens schema	TSP
	1-5-2014	K volgens schema	K50
	24-6-2014	N Object D&E	KAS
	11-7-2014	N Object E,F,G&H	KAS
grondbewerking	: 2-5-2014		
pootdatum	: 2-5-2014		
ras	: Seresta		
onkruidbestrijding	: 13-03-2014	Glyphogan	3 l
	16-05-2014	Glyphogan	3 l
		Robbester	1 l
	20-05-2014	Afalon Flow	1.7 l
		Challenge	1 l
		Robbester	1 l
	05-06-2014	Titus	0.04 kg
		Zipper	0.15 l
	06-06-2014	Aanaarden	
ziektebestrijding	: 2-5-2014	Amistar	1 l
	30-05-2014	Revus	0.6 l
	06-06-2014	Revus	0.6 l
	11-06-2014	InFinito	1.6 l
		Curzate Partner	0.2 kg
	20-06-2014	Revus	0.6 l
	26-06-2014	Revus	0.6 l
	02-07-2014	Revus	0.6 l
	10-07-2014	Valbon	2 kg
	16-07-2014	InFinito	1.4 l
		Signum	0.2 kg
	23-07-2014	InFinito	1.2 l
	30-07-2014	InFinito	1.2 l
		Signum	0.2 kg
	06-08-2014	Ranman Top	0.5 l
	13-08-2014	Ranman Top	0.5 l
		Signum	0.2 kg
	20-08-2014	Ranman Top	0.5 l
	27-08-2014	Ranman Top	0.5 l
	03-09-2014	Ranman Top	0.5 l
	10-09-2014	InFinito	1.2 l
	17-09-2014	Tridex DG	2 kg
		Canvas	0.3 l
	26-09-2014	Tridex DG	2 kg
		Canvas	0.3 l
plaagbestrijding	: 2-5-2014	Actara	0.1 kg
		Vydate	10 kg
	11-6-2014	Calypso	0.15 l
	11-07-2014	Gazelle	0.25 kg
	01-08-2014	Calypso	0.15 l
loofddoding	: 01-10-2014	Reglone	3 l
oogst	: 27-10-2014		

Bijlage 3 Bodemvruchtbaarheidsgegevens proefperceel



Akker-/tuinbouw
PI.68 A

Uw klantnummer: 6026095

PPO TNW K.Wijnholds
Noorderdiep 211
7876 CL VALTHERMOND

BLGG AGROXPERTUS



Postbus 170
NL - 6700 AD Wageningen

T monstername: Alie Hissink: 0652561834
T klantenservice: +31 (0)88 876 1010
E klantenservice@blgg.agroxpertus.nl
I blgg.agroxpertus.nl

Onderzoek	Onderzoek-/ordernr:	Datum monsternamen:	Datum verslag:	Subsidieverlener:					
	554688/003066607	12-02-2013	01-03-2013	BLGG AgroXpertus, Kortingsregeling Postbus 170, 6700 AD WAGENINGEN					
Resultaat hoofdelement	Eenheid	Resultaat	Gem.*	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Stikstof-totaal	mg N/kg	2600							
C/N-ratio		22	20	13 - 17					
N-leverend vermogen	kg N/ha	52	75	93 - 147					
Zwavel-totaal	mg S/kg	490							
C/S-ratio		117		50 - 75					
S-leverend vermogen	kg S/ha	8	15	20 - 30					
P-beschikbaar	mg P/kg	7,1	5,1	1,9 - 3,7					
P-bodemvoorraad (P-AI)	mg P ₂ O ₅ /100 g	29	40	25 - 39					
P-buffering		4		17 - 27					
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	48							
K-beschikbaar	mg K/kg	103		70 - 110					
K-getal		14	14						
K-bodemvoorraad	mmol+/kg	2,4		3,0 - 4,2					
Ca-beschikbaar	kg Ca/ha	66		199 - 465					
Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	5350		4920 - 7380					
Mg-beschikbaar	mg Mg/kg	112	117	49 - 82					
Na-beschikbaar	mg Na/kg	8	27	50 - 74					
sporenelement									
Mn-beschikbaar	µg Mn/kg	8490	5370	5800 - 8000					
Cu-beschikbaar	µg Cu/kg	25		40 - 65					
Co-beschikbaar	µg Co/kg	9,3		25 - 50					
Se-beschikbaar	µg Se/kg	2,2		3,5 - 4,5					
B-beschikbaar	µg B/kg	82	182	82 - 129					
Zn-beschikbaar	µg Zn/kg	2460							
Zn-getal		38	35	35 - 45					
Si-beschikbaar	µg Si/kg	< 3040		6000 - 32000					
Mo-beschikbaar	µg Mo/kg	< 4		100 - 5000					
Fe-beschikbaar	µg Fe/kg	< 3040		2500 - 4500					
fysisch									
Zuurgraad (pH)		5,1	5,0	5,1 - 5,7					
Organische stof	%	9,9	10,8						
C-anorganisch	%	0,07							
Koolzure kalk	% CaCO ₃	< 0,2							
Klei	%	2							
Silt	%	10							
Zand	%	78							
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	132	141	> 130					
CEC-bezetting	%	83	82	> 95					
biologisch									
Bodemleven	mg N/kg	54		60 - 80					

* Dit zijn regiogemiddelden. Meer informatie staat bij onderdeel Gemiddelde.

Pagina: 1
Totaal aantal pagina's: 6
554688, 01-03-2013



Dit rapport is vrijgegeven onder verantwoordelijkheid van dhr J.P. Dekker, directeur Operations.
Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing.
Op verzoek worden deze en/of de specificaties van de analysemethoden toegezonden.
BLGG AgroXpertus aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade van voortvloeiend uit het gebruik van door of namens BLGG AgroXpertus verspreide onderzoeksresultaten en/of adviezen.
BLGG AgroXpertus is ingeschreven in het RVA-register voor testlaboratoria zoals nader omschreven in de erkenning onder nr. L122 voor uitsluitend de monsternamings- en/of de analysemethoden.



Bijlage 4 Analyserapport

Bemestingsnavigators

ANALYSERAPPORT
BEMESTINGSNAVIGATOR
68A object F



P.P.O. Valthermond/ H.J. Russchen
Noorderdiep 211
7876 CL VALTHERMOND

MONSTER en ONDERZOEK

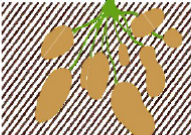
ALTIC

Rapportnummer : 20140522-44482-68A object F
Datum rapportage : 07 juli 2014
Datum monstername : 24 juni 2014 (Moment 1) 02 juli 2014 (Moment 2)
Datum binnenkomst : 27 juni 2014 (Moment 1) 03 juli 2014 (Moment 2)
Labnummer : 6461 7292 / 7156

TEELTINFORMATIE

Teeltdoel : Zetmeel Opbrengspotentie : Hoog (> 55 ton/ha)
Ras : Seresta Fa Mineralisatiepotentie : Hoog (1.2 kg N/dag)
Datum opkomst gewas : 22 mei 2014

ANALYSERESULTATEN

Parameter	Analyseresultaat		Waardering		
	1e moment	2e moment	laag	normaal	hoog
 Bladsteelanalyse	Nitraat, NO ₃	mg/l 7674	6545		
	Kalium, K ₂ O	mg/l 5257	5404		
	Mangaan, Mn	mg/l 1.2	1.4		
	Loofgewicht	g 1060	977		
	Nitraat norm	mg/l 5000	3819		
 Bodemanalyse	Minerale stikstof, NO ₃ + NH ₄	kg/ha 79.7			
	Kalium, K ₂ O	kg/ha 241.7			
	Magnesium, MgO	kg/ha 311.4			
	Mangaan, Mn	kg/ha 3.4			

BESCHIKBARE BODEMVOORRAAD EN BEMESTINGSADVIES

Adviesgift (in kg/ha)

	1e moment	2e moment
Stikstof (N)	0	0
	Er is een aanzienlijk verschil tussen de stikstoftoestand in bodem en bladstelen. Dit heeft mogelijk te maken met een opnameprobleem of recente bemesting. Dit was het laatste monster voor dit perceel.	
Kalium (als K₂O)	0	0
	De kalivoorziening in de bladsteeltjes is voldoende. De voorraad kali in de bodem is voldoende.	
Magnesium (als MgO)	In verband met de lage magnesiumbeschikbaarheid adviseren wij een magnesiumbladmeststof in te zetten. Uw voorlichter kan u helpen bij de keuze van de juiste meststof en dosering.	
Mangaan (Mn)	Het gehalte aan mangaan in de bladsteeltjes en de bodem is voldoende. Een bijbemesting is niet nodig.	

De resultaten hebben betrekking op het bemonsterde object, indien de monstername is uitgevoerd door Altic. De resultaten hebben alleen betrekking op het onderzochte monster, indien de monstername is uitgevoerd door derden. De analysemethoden, rapportagegrenzen en prestatiekenmerken zijn opvraagbaar. Dit analyserapport mag, zonder schriftelijke toestemming van Altic, niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd. Raadpleeg eventueel uw bedrijfsvoorlichter. Adviezen, opinies en interpretaties vallen niet onder accreditatie. De resultaten zijn geproduceerd onder verantwoordelijkheid van ing. A.H.M. v.d. Berg, algemeen directeur.

K.v.K. Gooi-, Eem- en Flevoland reg.nr. 39051603 | lev.voorw.ged.92/145 | BTW-nr. NL8005.92.797.801 | Banknr. 33.81.49.554 | BIC-Swift: RABONL2U | IBAN: NL63 RABO 0338149554
ALTIC B.V. | De Drieslag 30 | 8251 JZ Dronten | Postbus 135 | 8250 AC Dronten | t. 0321-387980 | f. 0321-387988 | info@altic.nl | www.altic.nl

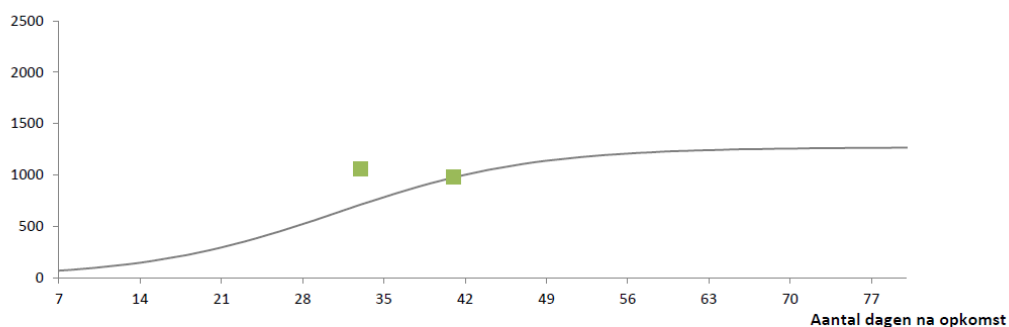

Pagina 1 van 2

ANALYSERAPPORT

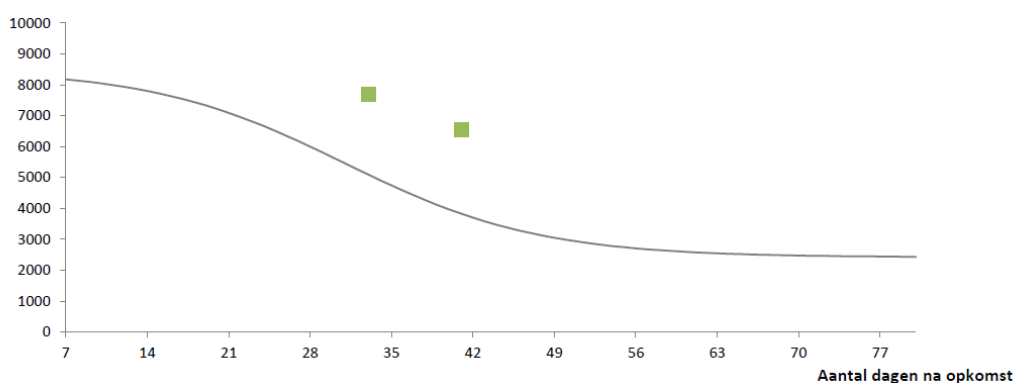
68A object F

Rapportnummer: 20140522-44482-68A object F

ONTWIKKELING VAN HET LOOFGEWICHT (in g per plant)



GEHALTE AAN NITRAAT IN BLADSTELN (in mg/l)



TOELICHTING GRAFIEK

De gewasontwikkeling komt goed overeen met het meerjaren gemiddelde (zie grafiek). Het nitraatgehalte in het monster is hoger dan de norm die bij de gemeten hoeveelheid loof hoort (zie tabel uitslagen). Het nitraatgehalte in dit monster laat een (te) sterke daling zien in verhouding tot de hoeveelheid gewasgroei. Dit geeft kans op stikstofgebrek in de komende weken. Bijbemesting is aan te raden, het is echter mogelijk dat de berekende adviesgift kleiner is dan 15 kg. Bij een dergelijk kleine gift kunt u ook wachten tot het volgende te plukken monster

TOEGEPASTE METHODES

Parameter	Toegepaste norm(en) of richtlijn	
	Voorbehandeling	Analyse
Bladsteelanalyse op basis van plantsap		
Nitraat, NO ₃	Eigen methode	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 13395
Kalium, K ₂ O	Eigen methode	Gelijkwaardig aan NEN 6966
Mangaan, Mn	Eigen methode	Gelijkwaardig aan NEN 6966
Bodemanalyse op basis van Spurway-methode		
Minerale stikstof, NO ₃	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 13395
Minerale stikstof, NH ₄	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN-EN-ISO 11732
Kalium, K ₂ O	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN 6966
Magnesium, MgO	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN 6966
Mangaan, Mn	Eigen methode; Extractie	Gelijkwaardig aan NEN 6966

De resultaten hebben betrekking op het bemonsterde object, indien de monsternamen is uitgevoerd door Altic. De resultaten hebben alleen betrekking op het onderzochte monster, indien de monsternamen is uitgevoerd door derden. De analysemethoden, rapportagegrenzen en prestatiekenmerken zijn opvraagbaar. Dit analyse rapport mag, zonder schriftelijke toestemming van Altic, niet anders dan in zijn geheel worden gereproduceerd. Raadpleeg eventueel uw bedrijfsvoorlichter. Adviezen, opinies en interpretaties vallen niet onder accreditatie. De resultaten zijn geproduceerd onder verantwoordelijkheid van ing. A.H.M. v.d. Berg, algemeen directeur.

Pagina 2 van 2

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 430
8200 AK Lelystad
Bezoekadres:
Edelhertweg 1
8219 PH Lelystad
T 0320 29 11 11
www.wageningenUR.nl

PPO/PRI-rapport 655



Bij Wageningen UR proberen plantonderzoekers de eigenschappen van planten te benutten om problemen op het gebied van voedsel, grondstoffen en energie op te lossen. Zo worden onze kennis van planten en onze moderne voorzieningen ingezet om de kwaliteit van leven in het algemeen en de innovatiekracht van onze opdrachtgevers in het bijzonder te vergroten.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
onderdeel van Wageningen UR
Edelhertweg 1
Postbus 430
8200 AK Lelystad
T (+31)320 29 11 11
www.wageningenUR.nl/ppo

Report 655

Bij Wageningen UR proberen plantonderzoekers de eigenschappen van planten te benutten om problemen op het gebied van voedsel, grondstoffen en energie op te lossen. Zo worden onze kennis van planten en onze moderne voorzieningen ingezet om de kwaliteit van leven in het algemeen en de innovatiekracht van onze opdrachtgevers in het bijzonder te vergroten.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

