

Rijenbemesting: kansen, nieuwe producten en technieken

Rapportage 2012 en 2013

In opdracht van en gefinancierd door:



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

Dit project is uitgevoerd door:

Auteur(s):

Bert Smit
Willem van Geel
Jan Ties Malda
Annette Pronk

Organisatie:

PRI
PPO-AGV
ALTIC
PRI

Projectnummers:

33 104091 00 (PRI/WUR) en 3828 (ALTIC)

Dit project maakt deel uit van het Masterplan Mineralenmanagement (MMM). Het MMM is een initiatief van LTO Nederland, de Nederlandse Akkerbouw Vakbond en het Productschap Akkerbouw. Binnen het MMM voeren diverse partijen gezamenlijk onderzoeks- en voorlichtingsprojecten uit op het gebied van bodem, bemesting en water.

Dit rapport is eveneens terug te vinden op www.kennisakker.nl.



Voor uw vragen over het MMM kunt u zich wenden tot Tjitse Bouwkamp (PA).

Stadhoudersplantsoen 12 • Postbus 29739 • 2502 LS Den Haag

☎ 070 370 84 26 • ✉ mmm@hpa.agro.nl • www.kennisakker.nl <mailto:mmm@hpa.agro.nl>

Dit rapport is een uitgave van:

Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)
Onderzoeksinstituut Plant Research International

© Wageningen

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 Stichting DLO, Plant Research International.

Hoewel de inhoud van deze uitgave met zorg is samengesteld, kunnen hieraan op geen enkele wijze rechten worden ontleend.

Inhoudsopgave deel 1

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING.....	10
1.1 Aanleiding voor het onderzoek.....	10
1.2 Doel en afbakening.....	11
1.3 Fasering van het onderzoek	13
2 RIJNBEMESTING CONSUMPTIEAARDAPPEL OP KLEI MET VARKENSDRIJFMEST, STIKSTOF EN FOSFAAT	15
2.1 Opzet en uitvoering.....	15
2.1.1 Rijenbemesting met drijfmest	16
2.1.2 Rijenbemesting met fosfaat	19
2.1.3 Rijenbemesting met stikstof	19
2.1.4 Doseringen	20
2.1.5 Proefaanleg en uitvoering	22
2.2 Resultaten	24
2.2.1 Weersverloop en gewasontwikkeling	24
2.2.2 Opbrengst, sortering, knolaantal en OWG	30
2.2.3 Stikstof- en fosfaatopname.....	49
2.2.4 Stikstof- en fosfaatbenutting.....	58
2.3 Bespreking	60
3 RIJNBEMESTING CONSUMPTIEAARDAPPEL OP ZAND MET VARKENSDRIJFMEST EN STIKSTOF	63
3.1 Opzet en uitvoering.....	63
3.2 Rijenbemesting met drijfmest.....	64
3.2.1 Drijfmesttoediening	64
3.2.2 Bijbemesting	66
3.2.3 Waarnemingen.....	66
3.3 Rijenbemesting met stikstof.....	67
3.3.1 Waarnemingen.....	67
3.3.2 Statistische evaluatie.....	68
3.4 Resultaten	69
3.4.1 Weersverloop	69
3.4.2 Resultaten rijenbemesting met drijfmest.....	69

3.4.3	Resultaten rijenbemesting met stikstof	74
3.5	Conclusies	83
3.5.1	Rijenbemesting met drijfmest	83
3.5.2	Rijenbemesting met stikstof	84
	REFERENTIES	86
	BIJLAGE I. WEERSGEGEVENS LELYSTAD	I
	BIJLAGE II. SAMENSTELLING VARKENSDRIJFMEST EN SPUILOOG PROEVEN LELYSTAD	VI
	BIJLAGE III. WEERSGEGEVENS VREDEPEEL.....	VII
	BIJLAGE IV. OVERZICHT VAN DE TEELTHANDELINGEN IN DE PROEVEN RIJENBEMESTING VDM VÓÓR POTEN TE VREDEPEEL.....	XII
	BIJLAGE V. SAMENSTELLING VARKENSDRIJFMEST EN SPUILOOG PROEVEN VREDEPEEL	XV
	BIJLAGE VI. OVERZICHT VAN DE TEELTHANDELINGEN IN DE PROEVEN STIKSTOFRIJENBEMESTING NA POTEN TE VREDEPEEL.....	XVI

Inhoudsopgave deel 2

zie rapport van Altic in het 2^e deel van dit document, na bijlage VI

Samenvatting

Aanleiding

Het Masterplan Mineralen Management (MMM) streeft een emissie-neutrale akkerbouw na in 2030. Dat vraagt om een efficiënt gebruik van meststoffen en een verhoging van de nutriëntenbenutting. Eén van de mogelijkheden daartoe is een betere plaatsing van de meststoffen via rijenbemesting.

In het verleden is al veel onderzoek gedaan aan rijenbemesting met stikstof en fosfaat. De resultaten daarvan waren wisselend, afhankelijk van de weers- en bodemomstandigheden. In een droog en koud voorjaar is, met name voor fosfaat, een groot voordeel van plaatsing te verwachten.

Rijenbemesting wordt in Nederland alleen in maïs op grote schaal toegepast. De belangstelling voor rijenbemesting in akkerbouwgewassen neemt echter toe. Een nieuwe ontwikkeling hierbij is rijenbemesting met dierlijk mest. Uit eerder onderzoek van PPO/PRI bleek rijenbemesting met drijfmest in maïs net zo effectief te zijn als rijenbemesting met kunstmest. Aanvankelijk werd de rijenbemesting tegelijk met het zaaien uitgevoerd (in één werkgang), maar met ondersteuning van RTK-GPS is het nu mogelijk om dat in twee aparte werkgangen te doen, wat praktisch beter uitvoerbaar is. De mest wordt daarbij gedoseerd in rijen op die plaats waar later wordt gezaaid of gepoot. Op deze wijze kan drijfmest maximaal worden benut en hoeft niet te worden vervangen door kunstmest als men rijenbemesting wil toepassen.

Doel en opzet van het onderzoek

In opdracht van het MMM hebben PRI, PPO en Altic in 2012 en 2013 nieuw onderzoek uit naar rijenbemesting uitgevoerd. Nagegaan is in welke mate rijenbemesting de efficiëntie van de toegediende meststof verhoogde. Daartoe zijn veldproeven uitgevoerd met consumptieaardappel op centrale zeeklei (Lelystad) en zuidoostelijk zand (Vredepeel) en met zaaiui op zuidwestelijke zeeklei (Westmaas). De opzet van de proeven was in beide jaren gelijk.

In aardappel kreeg naast kunstmest, rijenbemesting met varkensdrijfmest (VDM) aandacht in het onderzoek. Op beide proeflocaties is de VDM daarbij vóór poten toegediend via bouwlandinjectie. Op klei is daarnaast een proefobject opgenomen waarbij de mest na poten is toegediend op de zijkant van de ruggen en meteen met grond is toegedekt. Toediening na poten geeft de akkerbouwer op klei meer speelruimte om de mest op een gunstig moment toe te dienen, maar geeft ook meer risico van ammoniakvervluchtiging en een daardoor lagere stikstofwerking van de mest.

In de aardappelproef op klei is verder aandacht geschonken aan fosfaatrijenbemesting met tripelsuperfosfaat en ammoniumpolyfosfaat (APP). Tevens is een object opgenomen waarbij APP bij het poten over de knollen is gespoten.

In de proef op zand is geen rijenbemesting met kunstmestfosfaat opgenomen. Streven is hier maximale inzet van dierlijk mest. In deze proef is meer accent gelegd op rijenbemesting met verschillende stikstofmeststoffen: KAS, urean, mineralenconcentraat en spuihoog in vergelijking tot breedwerpige bemesting met KAS. In de kleiproef zijn alleen urean en spuihoog in de rij beproefd in vergelijking tot KAS breedwerpig.

In beide proeven zijn alle stikstofmeststoffen na poten toegediend, vlak voor rugopbouw. Bij rijenbemesting zijn ze met kouters aan beide zijden van de aardappelrug ingebracht.

Het onderzoek in zaaiui was gericht op de vergelijking van qua samenstelling en vorm (korrel of vloeibaar) verschillende (N)P-meststoffen bij rijenbemesting: tripelsuperfosfaat, ammoniumfosfaat en APP. Ook is een proefobject opgenomen waarbij een startmeststof (Powerstart) over zaad is gespoten bij zaai. Verder is in zaaiui aandacht geschonken aan rijenbemesting met stikstof, toegediend in drie keer. Bij de bijbemestingen is urean gebruikt voor de rijentoepassing en KAS voor de breedwerpige toepassing.

Resultaten

Rijenbemesting met varkensdrijfmest in aardappel

In de proeven op klei leidde rijenbemesting met VDM in aardappel vóór poten niet tot een betere stikstof- en fosfaatbenutting en evenmin tot een hogere opbrengst dan volvelds toediening vóór poten. Verder gaf toediening in de rij met een bouwlandinjecteur meer grondverstoring dan ondiepere volvelds toediening met een zodebemester (vergeleken in 2013). Op basis van deze twee proeven lijkt rijenbemesting met VDM op kleigrond vóór poten geen perspectiefvolle methode om de stikstofbenutting in aardappel te verbeteren. De VDM-rijentoepassing na poten op klei daarentegen, leidde wel tot een minstens zo goede stikstof- en fosfaatbenutting en knolopbrengst als de volvelds toepassing vóór poten. Ook gaf het een wat hoger onderwatergewicht. Een praktisch voordeel van toepassing van VDM na poten is dat de werkbare periode waarin de mest kan worden toegediend, langer is en er droge omstandigheden kunnen worden afgewacht voor de toediening om structuurschade te voorkomen. Het in de ruggen aanbrengen van VDM na poten is een perspectiefvolle methode in aardappel op klei, mits de mest emissiearm kan worden toegediend.

In de proeven op zand leidde rijenbemesting met VDM in aardappel vóór poten in 2012 ook niet tot een betere stikstof- en fosfaatbenutting en evenmin tot een hogere opbrengst dan volvelds toediening vóór poten. In 2013 gaf rijenbemesting met VDM bij de lage dosering (15 ton per ha) wel een betere stikstofbenutting en een hogere opbrengst dan de volvelds bemesting. Bij de lage volvelds gift VDM was er geen reactie van het gewas op de bemesting (geen hogere opbrengst en geen extra N-opname ten opzichte van het onbemeste object).

Stikstofrijenbemesting met kunstmest(vervangers)

In de kleiproeven met aardappel gaf rijentoediening in de rug met urean of spuiloo een minstens zo goede stikstofbenutting en eenzelfde knolopbrengst en onderwatergewicht als breedwerpige bemesting met KAS. Bij breedwerpige, oppervlakkige toediening van ammoniummeststoffen zoals urean is, met name op kalkrijke kleigronden met een hoge pH, de stikstofwerking in de regel lager dan van KAS als gevolg van ammoniakvervluchtigingsverlies. Door de meststoffen in de grond te injecteren c.q. emissie-arm toe te dienen, is het vervluchtigingsverlies miniem en werd in deze proeven een gelijkwaardig resultaat verkregen als met KAS. Bij injectie van spuiloo is de maximale hoogte van de gift waarbij geen gewasschade optreedt, nog een aandachtspunt in vervolgonderzoek

In de aardappelproeven op zand leidde stikstofrijenbemesting met KAS en kunstmestvervangers in 2012 tot een iets betere stikstofbenutting dan breedwerpige bemesting met KAS, met name bij lage N-gift. In de knolopbrengst kwam dit effect echter

minder duidelijk tot uiting. Bij lage N-gift leek de knolopbrengst iets hoger te zijn na rijenbemesting maar bij hogere N-gift was de knolopbrengst niet hoger. Rijenbemesting met urean gaf algeheel een lagere knolopbrengst in de proef van 2012.

In de proef van 2013 waren er geen duidelijke verschillen in knolopbrengst en stikstofbenutting tussen de verschillende toepassingen.

In de proeven op zand gaf injectie in de aardappelruggen van de kunstmestvervangers spuiloo of mineralenconcentraat, als bijbemesting na een basisgift VDM, een gelijkwaardig resultaat als bijbemesting met KAS.

In de proeven met zaaiui op klei leidde stikstofrijenbemesting met urean niet tot een hogere opbrengst, noch tot een betere stikstofbenutting dan volvelds bemesting met KAS.

Fosfaatbemesting

Er was in de proeven met aardappel op klei geen reactie van het gewas op de fosfaatbemesting, ondanks een niet-hoge fosfaattoestand van de proefvelden (Pw 25-30). De knolopbrengst en fosfaatopname waren niet hoger dan bij het onbemeste fosfaatobject. Blijkbaar waren de groeiomstandigheden (weer en bodem) voor de beschikbaarheid van fosfaat zo gunstig dat het gewas voldoende kon putten uit de bodemvoorraad fosfaat. Door de afwezigheid van een duidelijke fosfaatreactie kan geen uitspraak worden gedaan over de effectiviteit van plaatsing van fosfaat en van het type meststof.

In de proeven met zaaiuien op klei leidde de fosfaatbemesting evenmin tot een hogere opbrengst en fosfaatopname (gemeten in de geoogste uien). Deze bevinding komt overeen met eerder uitgevoerd onderzoek op verschillende percelen en grondsoorten, waarin geen tot een beperkt effect van fosfaatbemesting in zaaiuien werd vastgesteld.

Het effect van toediening van Powerstart rechtstreeks op het zaad of als rijenbemesting was niet consistent in de proeven van 2012 en 2013. In 2012 leidde Powerstart op het zaad tot een iets hogere opbrengst dan rijenbemesting. In 2013 daarentegen gaf rijenbemesting een duidelijk hogere opbrengst dan toediening op het zaad.

NP-rijenbemesting met mono-ammoniumfosfaat (MAP) leek tot een tragere beginontwikkeling te leiden dan rijenbemesting met ammoniumpolyfosfaat (APP). Ook leek het bij de hoge dosering (80 kg P₂O₅per ha) een iets lagere opbrengst te geven dan rijenbemesting met APP en tripelsuperfosfaat (TSP). Mogelijk leidt plaatsing van MAP in de rij eerder tot zoutschade dan plaatsing van APP in de rij.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor het onderzoek

Het Masterplan Mineralen Management (MMM) streeft een emissie-neutrale akkerbouw na in 2030. Dat vraagt om een efficiënt gebruik van meststoffen en een verhoging van de nutriëntenbenutting. Één van de mogelijkheden daartoe is een betere plaatsing van de meststoffen via rijenbemesting.

In het verleden is al veel onderzoek gedaan aan rijenbemesting met stikstof en fosfaat. De resultaten daarvan waren wisselend, afhankelijk van de weers- en bodemomstandigheden. In sommige jaren waren er grote effecten van rijenbemesting op de gewasproductie en nutriëntenbenutting. In andere jaren was er geen of weinig verschil tussen rijenbemesting en volvelds toepassing. In een droog en koud voorjaar is, met name voor fosfaat, een groot voordeel van plaatsing te verwachten.

Rijenbemesting wordt alleen in maïs op grote schaal toegepast. Evenwel neemt de belangstelling voor rijenbemesting in akkerbouwgewassen om verschillende redenen toe:

- a) Het streven naar een betere benutting van stikstof en fosfaat. Een betere benutting is enerzijds nodig om de emissie van deze nutriënten te beperken en is anderzijds een mogelijkheid voor de praktijk om de gevolgen van stringenter gebruiksnormen te verzachten. Immers de nutriënten die bespaard worden, kunnen ingezet worden in een ander gewas in het bouwplan.
- b) Door de strengere aanvoernormen voor fosfaat zal op termijn de fosfaattoestand van de bodem dalen. Dit verhoogt de risico's van (tijdelijke) fosfaattekorten bij met name fosfaatbehoefte gewassen bij een lage bodemtemperatuur en/of een slechte bodemstructuur. Met rijenbemesting zal de gewasopname voor fosfaat op peil kunnen blijven bij een lagere fosfaatbodemtoestand (van der Schoot & van Dijk, 2001; Smit et al., 2009; Smit et al., 2010). De verklaring hiervoor is dat met name het wortelstelsel in het begin van het groeiseizoen de beperkende factor is voor het in de bodem tamelijk immobiele fosfaat-ion (de Ruijter et al., 2009). Rijenbemesting met fosfaat is een meer gewasgerichte bemesting, terwijl breedwerpige toediening van fosfaat een meer bodemgerichte bemesting is.
- c) Een belangrijk deel van de nutriëntenvoorziening vindt plaats via organische mest. Op zandgrond wordt vrijwel de gehele hoeveelheid fosfaat die men op het bedrijf mag toepassen binnen de fosfaatgebruiksnorm, aangevoerd via organische mest. Gebruik van kunstmestfosfaat beperkt de hoeveelheid organische mest die nog kan worden aangevoerd en de hoeveelheid organische stof. Een belangrijk uitgangspunt voor het onderzoek is daarom: een maximaal gebruik van dierlijke mest of mestproducten en een

optimale benutting van de nutriënten uit dierlijke mest door een goede plaatsing, timing en dosering. Dit geldt zowel voor zand als voor klei.

- d) Op de achtergrond speelt ook nog mee dat op de langere termijn een betere benutting van fosfaat nodig is, aangezien de wereldvoorraad fosfaaterts eindig is. Bij uitstek is plaatsing van fosfaat dan een mogelijkheid om opbrengst en kwaliteit te handhaven bij lagere giften dan gebruikelijk, waarbij tevens de bodemvoorraad fosfaat beter wordt benut. Plaatsing met organische mest kan een besparing opleveren van “fossiel” kunstmestfosfaat. In het algemeen kan door rijenbemesting met organische mest in de akkerbouw worden bespaard op kunstmest en kan het nationale nutriëntenoverschot worden verlaagd.

Rijenbemesting met dierlijk mest is een perspectiefvolle nieuwe ontwikkeling. Uit eerder onderzoek van PPO/PRI bleek rijenbemesting met drijfmest in maïs net zo effectief is als rijenbemesting met kunstmest (van der Schoot & van Dijk, 2001) Aanvankelijk werd de rijenbemesting tegelijk met het zaaien uitgevoerd (in één werkgang), wat echter als praktisch bezwaar heeft dat de zaaicapaciteit afneemt. Rijenbemesting met drijfmest vond daarom tot nu toe weinig ingang in de landbouw.

Met ondersteuning van RTK-GPS is het nu mogelijk om rijenbemesting en zaaien, poten of planten in twee aparte werkgangen uit te voeren. De mest wordt daarbij gedoseerd in rijen vlak naast de plaats waar later wordt gezaaid, gepoot of geplant. Op deze wijze kan drijfmest maximaal worden benut en hoeft niet te worden vervangen door kunstmest als men rijenbemesting wil toepassen.

1.2 Doel en afbakening

In opdracht van het MMM / Productschap Akkerbouw hebben PRI, PPO en Altic in 2012 en 2013 nieuw onderzoek gedaan naar rijenbemesting. Doel van het onderzoek was:

- vast te stellen in welke mate rijenbemesting de efficiëntie van de toegediende stikstof en fosfaat verhoogt. Hierbij is ook gekeken naar soort meststof (drijfmest, kunstmestvervangers en kunstmest), meststofvorm (vast of vloeibaar) en toedieningstechniek;
- de mogelijkheden te verkennen en de praktische nauwkeurigheid te bepalen van rijenbemesting met dierlijke mest bij GPS-plaatssturing;
- na te gaan op welke bodems (grondsoort, bodemvruchtbaarheidstoestand) rijenbemesting met name voordelen biedt;
- de resultaten van het onderzoek in te passen in de bestaande bemestingsadviezen;
- de effecten van rijenbemesting op de bodemvruchtbaarheid vast te stellen.

In beide jaren zijn veldproeven uitgevoerd met consumptieaardappel op klei en op zand en met zaaiui op klei. In aardappel is, vergeleken met maïs, nog weinig ervaring opgedaan met

rijenbemesting met drijfmest en de technische mogelijkheden/praktische uitvoerbaarheid hiervan. Daarom is dit nadrukkelijk meegenomen in de proeven, naast rijenbemesting met kunstmest. Voor zaaiui is rijenbemesting met drijfmest niet geschikt bevonden, vanwege:

- de nauwere rijenafstand dan bij aardappel en maïs;
- een grote kans op zoutschade. Zaaiui is in de fase van opkomst en beginontwikkeling gevoelig voor zoutschade. Om die reden wordt aanbevolen een beperkte hoeveelheid stikstof vóór zaai te geven en de rest later toe te dienen;
- het vroege zaaitijdstip. Zaaiuien worden voornamelijk op kleigrond geteeld. Het aantal werkbare dagen vóór zaai om mest toe te dienen is miniem: vaak is de grond hiervoor nog te nat. Bij aardappel is er in het voorjaar een langere, werkbare periode waarin de mest kan worden toegediend, temeer als wordt gekozen voor toediening na poten.

In het onderzoek is verder nadrukkelijk plaats ingeruimd voor rijenbemesting met kunstmestvervangers: mineralenconcentraat (geconcentreerde dunne fractie na scheiding van drijfmest) en spuiloog ofwel spuiwater (uit chemische ammoniakwassers). Dit betreft producten die worden aangeboden door de veehouderijsector. Toepassing ervan in de akker- en tuinbouw helpt mineralenkringlopen in Nederland beter te sluiten. Door gebruik van deze producten kan waarschijnlijk ook op meststofkosten worden bespaard (ten opzichte van gebruik van kunstmest).

M.b.t. kunstmest zijn er diverse producten op de markt die geschikt zijn voor rijenbemesting, in zowel vaste als vloeibare vorm. Een meststoffenvergelijking maakt echter geen deel uit van het onderzoek. Bovendien is dit al onderzocht in andere proeven (o.a.: Wander et al., 2011). In de proeven is een beperkt aantal meststoffen meegenomen. Het betreft enkelvoudige meststoffen om het effect van rijenbemesting met stikstof en fosfaat afzonderlijk te kunnen bepalen en verder NP-meststoffen. De keuze ervan is mede gebaseerd op de resultaten van de recent uitgevoerde meststoffenvergelijkingen.

Uit in het verleden uitgevoerd onderzoek is bekend dat met name voor fosfaat de omstandigheden in het vroege voorjaar bepalend zijn voor het effect van plaatsing: in een droog en koud voorjaar mag een groot effect van plaatsing verwacht mag worden. In het onderzoek zou daarom ook een monitoring plaatsvinden van klimaat- en bodemomstandigheden om al dan niet optredende effecten van rijenbemesting te kunnen verklaren en te kunnen extrapoleren naar andere omstandigheden. Door voortijdige beëindiging van het onderzoek door wegvallen van de onderzoekfinanciering is dit aspect echter niet meer onderzocht.

Het effect van rijenbemesting op de bodemvruchtbaarheid kan niet in éénjarige veldproeven worden vastgesteld. Daarom zou hiervan op basis van een deskstudie een voorspelling worden gedaan, via synthese van de proefresultaten met kennis uit eerder

onderzoek. Op basis van deze synthese zouden de gevolgen van rijenbemesting voor de chemische bodemvruchtbaarheid en de organische stofopbouw in de bodem in kaart worden gebracht. Vanuit de synthese zou ook een voorstel worden gedaan voor opname van nieuwe rijenbemestingsadviezen in de landelijke adviesbasis bemesting. Door voortijdige beëindiging van het onderzoek is die synthese in dit onderzoeksproject niet meer uitgevoerd.

1.3 Fasering van het onderzoek

Het onderzoek was verdeeld in fasen. In de eerste twee jaar (2012 en 2013) lag het accent op een uitgebreide vergelijking van toedieningstechnieken en verschillende meststoffen. In het derde jaar (2014) zou het accent worden gelegd op de interactie met grondsoort/regio en bodemkenmerken. Dan zouden op meerdere, uiteenlopende percelen kleinere proeven worden aangelegd met een beperkt aantal meststoffen waarin rijenbemesting en volvelds bemesting worden vergeleken. Door het wegvallen van de financiering van het onderzoek is dit aspect eveneens vervallen.

In 2012 en 2013 zijn veldproeven uitgevoerd in consumptieaardappel op centrale zeeklei (Lelystad) en zuidoostelijk zand (Vredepeel) en in zaaiui op zuidwestelijke zeeklei (Westmaas). De proeven te Lelystad zijn uitgevoerd en verslagen door PPO, die te Vredepeel door PRI en de proeven te Westmaas door Altic. De afzonderlijk verslagen van deze proeven zijn gebundeld tot het onderhavige document. Dit bestaat uit twee delen:

1. de inleiding, de proefopzet, -uitvoering, resultaten en bespreking van de resultaten van de proeven met aardappel, inclusief bijlagen). De proeven zijn per proeflocatie in een afzonderlijk hoofdstuk weergegeven;
2. het verslag van Altic van de proef met zaaiuien. Dit is integraal toegevoegd aan dit document.

2 Rijenbemesting consumptieaardappel op klei met varkensdrijfmest, stikstof en fosfaat

2.1 Opzet en uitvoering

De proef met consumptieaardappel op klei is beide jaren uitgevoerd op het PPO-proefbedrijf te Lelystad. De bodemvruchtbaarheidsgegevens van de proefpercelen zijn weergegeven in de figuren 1 en 2.

Resultaat hoofdelement	Eenheid	Resultaat	Gem.*	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Stikstof-totaal	mg N/kg	910							
C/N-ratio		12	12	13 - 17					
N-leverend vermogen	kg N/ha	55	72	93 - 147					
Zwavel-totaal	mg S/kg	750							
C/S-ratio		15		50 - 75					
S-leverend vermogen	kg S/ha	45	44	20 - 30					
P-beschikbaar (P-PAE)	mg P/kg	0,7	1,7	1,0 - 2,4					
P-voorraad (P-AI)	mg P ₂ O ₅ /100 g	42	54	27 - 47					
P-nalevering		60		17 - 27					
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	30							
K-beschikbaar (K-PAE)	mg K/kg	104							
K-getal		24	22	70 - 110					
K-voorraad	mmol+/kg	4,7		3,2 - 4,8					
Ca-beschikbaar	kg Ca/ha	2411		1110 - 1680					
Ca-voorraad	kg Ca/ha	9370		6583 - 9874					
Mg-beschikbaar	mg Mg/kg	45	65	49 - 82					
Na-beschikbaar	mg Na/kg	16	20	37 - 60					
Zuurgraad (pH)		7,0	7,4	> 6,4					
C-organisch	%	1,1							
Organische stof	%	2,2	3,4						
Lutum	%	16	17						
Afslibbaar (berekend)	%	21 - 28							
C-anorganisch	%	0,85							
Koolzure kalk	% CaCO ₃	6,3	6,1						
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	141	165	> 109					
CEC-bezetting	%	100	89	> 95					
Bodemleven	mg N/kg	12		60 - 80					

* Regiogemiddelde van akker- en tuinbouw op zeeklei in de IJsselmeerpolders

Figuur 1. Bodemvruchtbaarheidsgegevens van het proefperceel te Lelystad in 2012, gemeten op 24 februari 2012 (analyse Blgg)

ANALYSERESULTATEN

Parameter	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	Waardering		
				in droge grond	voor toestand handhaven	Laag
Totaal stikstof	mg N/kg	1330.0				
Stikstofleverend vermogen	kg N/ha per jaar	78.0				
Koolstof	%	1.05				
C/N verhouding		7.90				
Fosfaat, Pw ^d	mg P ₂ O ₅ /l	25.0	25 - 45			
Fosfaat, P-AL ^d	mg P ₂ O ₅ /100 g	30.0				
Fosfor, P-PAE	mg P/kg	< 1.00	1.0 - 2.4			
Kalium, K-HCl	mg K ₂ O/100 g	24.0	-			
K-getal (berekend)		25.0	18 - 26			
Kalium	mg K/kg	81.0				
Magnesium	mg Mg/kg	29.0	40 - 70			
Natrium	mg Na/kg	12.0	21 - 37			
Borium	B	0.340	> 0.35			
Koper	Cu	4.00	4 - 10			
Mangaan	Mn	176.0	> 60			
Zink	Zn	22.0				
Zuurgraad	pH-KCl	7.70	> 6.7			
Organische stof	%	1.80				
Koolzure kalk	% CaCO ₃	6.60				
Afslibbaarheid	%	29.0				
Lutum (berekend)	%	19.4				
Klei-humus (CEC) (berekend)	mmol+/kg	144.8				
Totaal zwavel	g S/kg	1.320				
Zwavel leverend vermogen	kg S/ha per jaar	31.0	17 - 23			

Figuur 2. Bodemvruchtbaarheidsgegevens van het proefperceel te Lelystad in 2013, gemeten op 8 april 2013 (analyse Altic)

2.1.1 Rijenbemesting met drijfmest

In de proef is aandacht geschonken aan rijenbemesting met varkensdrijfmest (VDM) vóór poten in vergelijking tot breedwerpige bemesting. In beide jaren zijn giften toegediend van 15 en 30 m³ per ha.

In de proef van 2012 is de VDM zowel volvelds als in de rij toegediend met een bouwland-injecteur op ca. 10 cm diepte (figuur 3). De grond was vooraf bewerkt met een rotorkoepel zodat deze goed vlak lag en de injectiekouters gemakkelijk door de losgemaakte grond sneden, waardoor de mest goed in de grond terecht kwam. Voor de rijenbemesting zijn vier injectiekouters gebruikt, die op een onderlinge afstand van 75 cm werden geplaatst. De mest werd op deze wijze in banden in de grond geplaatst, op de plek waar later het midden van de ruggen zou moeten komen. Ook bij de rijtoepassing bleef de mest goed onder de grond (ook bij 30 m³ per ha).

Door het droge en zachte weer in de tweede helft van februari en in maart waren de omstandigheden voor mesttoediening in 2012 zeer goed. De grond was droog en goed verkruijmelbaar en de mestkouters veroorzaakten geen versmering van de grond. Vijf dagen na de mesttoediening is gepoot. De poters kwamen min of meer midden

bovenop de mestbanden te liggen.

In de proef van 2013 is de grond wederom vooraf bewerkt met een rotorkoepel voor een goede vlakligging. De VDM is toen breedwerpig toegediend met een zodebemester op ca. 5 cm diepte. Een zodebemester geeft een egalere verdeling van de mest in het horizontale vlak en minder grondverstoring dan een bouwlandinjecteur. Tussen de wielsporen kwam de mest goed onder de grond. In de wielsporen was iets of wat mest bovenop de grond zichtbaar. De netto veldjes lagen tussen de wielsporen.

Als rijenbemesting is de VDM toegediend met een bouwlandinjecteur met kouters om de 75 cm. In tegenstelling tot 2012 is ervoor gekozen om de mest niet recht onder de poters te plaatsen, maar er schuin onder om risico op eventuele zoutschade bij de hoge mestdosering te verminderen. De mest is ca. 10 cm naast de plek geplaatst waar later het midden van de ruggen zouden komen. De toedieningsdiepte bedroeg 10-12 cm. Ook bij de rijenbemesting kwam de mest tussen de wielsporen goed onder de grond en lag er in de wielsporen mest bovenop de grond (minstens zoveel als bij de zodebemester).

De losgemaakte bovenlaag van de bouwvoor was in 2013 goed droog. Toediening met de zodebemester gaf vrijwel geen grondverstoring. De ondergrond was echter vochtig en kluitig. Toediening met de injecteur gaf meer grondverstoring (figuur 4). Na toediening met de injecteur is de grond opnieuw bewerkt om deze weer vlak te leggen.



Figuur 3. Toediening van de varkensdrijfmest vóór poten met een bouwlandinjecteur in 2012



Figuur 4. Ligging van de grond in 2013 na toediening met een zodebemester (links) en een injecteur (rechts)

Vaak is op klei de grond vóór poten nog onbekwaam voor mesttoediening en kan men dit beter enkele weken later kan doen onder drogere omstandigheden om structuurschade te voorkomen. Toediening na poten geeft de akkerbouwer op klei meer speelruimte om de mest op een gunstig moment toe te dienen. Het geeft echter ook meer risico van ammoniakvervluchtiging als de mest niet goed wordt ingewerkt en daardoor kans op een lagere stikstofwerking van de mest.

In de proeven is ook een object opgenomen waarbij de mest na poten (handmatig) is toegediend op de zijkant van de ruggen. Daartoe is een kouter aan beide zijden door de ruggen getrokken (zonder dosering). Vervolgens is de mest met een gieter op deze koutersnedes gegoten en meteen met grond toegedekt met behulp van aanaardschijven (figuur 5). Daarna vond de definitieve rugopbouw plaats door frezen.



Figuur 5. Mesttoediening op de zijkant van de ruggen en aanaarden

2.1.2 Rijenbemesting met fosfaat

In de aardappelproeven op klei is verder fosfaatrijnbemesting met tripelsuperfosfaat opgenomen in vergelijking tot volvelds bemesting. De fosfaatrijnbemesting is in combinatie met het poten uitgevoerd, via op de pootmachine gemonteerde kouters en een slangenpomp (voor vloeibare meststoffen). Hiervoor is tripelsuperfosfaatpoeder gebruikt dat met een ruime hoeveelheid water is vermengd tot een slurry om het met de slangenpomp te kunnen toedienen.

Verder is een object opgenomen waarbij een vloeibare NP-meststof als rijnbemesting is toegediend met dezelfde apparatuur. Het betrof ammoniumpolyfosfaat (APP 10-34). De beide meststoffen zijn vlakbij de knollen geplaatst.

Tot slot is een object opgenomen waarbij APP in een lage dosering bij het poten over de knollen heen is gespoten met een moncereenspuit op de pootmachine. De meststof komt hierdoor op en rondom de knollen te liggen. Om risico van zoutschade te voorkomen mag de dosering niet te hoog zijn.

2.1.3 Rijenbemesting met stikstof

In de proeven is een beperkt aantal objecten opgenomen m.b.t. rijnbemesting met verschillende stikstofmeststoffen. In de aardappelproef op zand is hier meer accent op gelegd. In de kleiproef zijn rijnbemesting met urean en met spuihoog vergeleken met volvelds bemesting met KAS. Alle drie de meststoffen zijn na poten toegediend, vlak voor

rugopbouw. Bij rijenbemesting zijn ze met kouters aan beide zijden van de aardappelrug ingebracht op zo' n 10 cm afstand vanaf het midden van de rug en min of meer op gelijk diepte als de knollen (figuur 3).



Figuur 3. Rijenbemesting met vloeibare N-meststoffen na poten

2.1.4 Doseringen

Bij alle objecten zijn twee meststofdoseringen gehanteerd. Daarbij is gestreefd naar suboptimale giften om verschillen tussen volvelds- en rijenbemesting maximaal tot uiting te kunnen laten komen c.q. goed te kunnen meten.

Op grond van de bodemvruchtbaarheidsanalyse had volgens de landelijke adviesbasis bemesting 120 kg P_2O_5 per ha moeten worden gegeven in 2012 en 135 kg P_2O_5 per ha in 2013. Zowel bij de drijfmest als de kunstmest zijn in de proef van 2012 fosfaatdoseringen aangehouden van 100 en 50 kg P_2O_5 per ha. Dat gold ook voor de kunstmest in 2013 maar voor de drijfmest pakte met name de fosfaatdosering hoger uit, omdat het gehalten van de toegediende partij mest hoger bleek te zijn dan het vooraf bekende c.q. veronderstelde gehalte. Dit resulteerde in giften van 80 en 160 kg P_2O_5 per ha.

Op basis van de Nmin-voorraad na de winter (20 kg N per ha in de laag 0-60 cm in 2012 en 37 kg N per ha in 2013) bedroeg de N-gift volgens de N-bemestingsrichtlijn 263 kg N per ha in 2012 en 244 kg N per ha in 2013 (waarvan maximaal 200 kg N per ha aan de basis en de rest als bijbemesting). Bij de kunstmesttoepassingen zijn stikstofdoseringen aangehouden van 150 en 75 kg N per ha. Dat gold ook voor de drijfmesttoepassingen in 2012 (N-totaal per ha). In de proef van 2013 vielen de N-giften iets hoger uit: 85 en 170 kg N-totaal per ha.

Afhankelijk van de gewasontwikkeling zou eventueel nog een stikstofbijbemesting plaatsvinden. Vanwege een goede loofontwikkeling in juni in beide jaren is besloten om niet bij te bemesten.

In de proef zijn ook nulobjecten opgenomen (voor alleen fosfaat, alleen stikstof en beide). Deze zijn nodig om het effect van de bemesting op de productie en de stikstof- en fosfaatopname te kunnen kwantificeren en om verschillen in efficiëntie te kunnen afleiden.

In tabel 1 is een overzicht gegeven van alle objecten in de proef. Bij de fosfaatobjecten (K t/m Q) is door middel van (aanvullende) volvelds giften met KAS per object de stikstofaanvoer bij alle objecten naar een gelijk niveau opgetrokken van 150 kg N per ha. Bij de stikstofobjecten (R t/m W) is overal 100 kg P₂O₅ per ha volvelds gestrooid met tripelsuperfosfaat. Ook de hoeveelheid kali is bij alle objecten door aanvullingen met Kali 60 gelijk getrokken naar 110 kg K₂O per ha in 2012 en 90 kg K₂O per ha in 2013 (vanwege de kaliaanvoer via de drijfmest). Op het proefperceel van 2012 was in het najaar al 420 kg K₂O per ha gestrooid en op het proefperceel van 2013 was dat 435 kg K₂O per ha (als Kali 60).

Tabel 1. Overzicht van de proefobjecten

Object	Meststof	Toediening	Dosering 2012 (kg/ha)		Dosering 2013 (kg/ha)	
			P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N
A	Dubbel nulobject	–	0	0	0	0
B	Geen fosfaat, wel KAS	volvelds na poten	0	150	0	150
C	Geen stikstof, wel TSP	volvelds vóór/na poten	100	0	100	0
D	Varkensdrijfmest	volvelds vóór poten	50	75	80	85
E	Varkensdrijfmest	volvelds vóór poten	100	150	160	170
F	Varkensdrijfmest	rijenbemesting vóór poten	50	75	80	85
G	Varkensdrijfmest	rijenbemesting vóór poten	100	150	160	170
H	Varkensdrijfmest	rijenbemesting na poten	50	75	80	85
I	Varkensdrijfmest	rijenbemesting na poten	100	150	160	170
K	Tripelsuperfosfaat	volvelds bij poten	50	–	50	–
L	Tripelsuperfosfaat	volvelds bij poten	100	–	100	–
M	Tripelsuperfosfaat suspensie	rijenbemesting bij poten	50	–	50	–
N	Tripelsuperfosfaat suspensie	rijenbemesting bij poten	100	–	100	–
O	Ammoniumpolyfosfaat	rijenbemesting bij poten	50	15	50	15
P	Ammoniumpolyfosfaat	rijenbemesting bij poten	100	29	100	29
Q	Ammoniumpolyfosfaat	met monocereenspuit bij poten	50	15	50	15
R	KAS	volvelds na poten	–	75	–	75
S	KAS	volvelds na poten	–	150	–	150
T	Urean	rijenbemesting na poten	–	75	–	75
U	Urean	rijenbemesting na poten	–	150	–	150
V	Spui loog	rijenbemesting na poten	–	75	–	75
W	Spui loog	rijenbemesting na poten	–	150	–	150

2.1.5 Proefaanleg en uitvoering

De proef is in beide jaren aangelegd als gewarde blokkenproef in vier herhalingen. In tabel 2 zijn de gegevens van de teelt en uitvoering opgenomen.

In 2012 is op twee momenten tijdens het groeiseizoen (19 juni en 6 juli) de gewasontwikkeling bij de verschillende proefobjecten vastgesteld d.m.v. meting van de lichtreflectie door het gewas met de Crop Scan. Uit de reflectie is de vegetatie-index $WDVI_{\text{groen}}$ berekend. Dit is een maatstaf voor de mate van loofontwikkeling en stikstofopname door het gewas. Verder is op 25 juni een visuele gewasbeoordeling uitgevoerd (standcijfer) en zijn in augustus de verschillen in loofafsterving tussen de proefobjecten visueel beoordeeld.

In 2013 is volstaan met een visuele beoordeling van de gewastand op 1 juli en 17 juli en beoordeling van de loofafsterving in augustus.

Na oogst zijn de aardappelen gesorteerd, gewogen en is het aantal knollen geteld. Verder is een monster uitgenomen van de sorteermaat 45-55 mm voor bepaling van het onderwatergewicht, is het droge-stofgehalte bepaald en het N- en P-gehalte in de droge stof (door Altic).

Aan de hand van die gehalten en de knoldroge-stofproductie is de stikstof- en fosfaatopname in de knollen berekend. Vervolgens is de terugwinningsindex van stikstof en fosfaat berekend (ofwel de apparent nitrogen/phosphate recovery). Dit is de extra stikstof- of fosfaatopname in de knollen van de desbetreffende behandeling (opname_{Beh}) ten opzichte van de opname zonder bemesting c.q. het nulobject (opname₀) gedeeld door de stikstof- of fosfaatgift. In formulevorm voor bijvoorbeeld de N-recovery:

$$N_{rec} = \frac{N_{opBeh} - N_{op0}}{N_{gift}} * 100\%.$$

Uit de vergelijking van de terugwinningsindex ofwel recovery van de verschillende objecten, kan het verschil in opname-efficiëntie voor het nutriënt worden berekend (in feite welk deel van de toegediende nutriënten is benut).

De resultaten van de proeven zijn geanalyseerd met behulp van het statistische softwarepakket Genstat. Er is een variantieanalyse uitgevoerd, waarbij is beoordeeld of er een significant effect was van de bemesting (het gemiddelde van de bemeste objecten versus het nulobject), de meststofdosering en de bemestingsmethode (plaatsing + meststof). Ook is beoordeeld of er een significant interactie-effect was tussen bemestingsmethode en dosering. Bij de analyse is verder een tweezijdige t-toets uitgevoerd, waaruit de LSD-waarde is berekend (het statistisch kleinste betrouwbare verschil) bij een overschrijdingskans van 5%.

Tabel 2. Gegevens van de teelt en uitvoering

	2012	2013
Voorvrucht:	zomergerst	wintertarwe
Aardappelras:	Maritiema	Maritiema
Poten:	3-4 april	19 april
Opkomst:	21 mei	27 mei
Volvelds toediening VDM:	29 maart (eind van de middag)	9 april (' s morgens)
Rijenbemesting VDM:	30 maart (begin van de ochtend)	9 april (' s middags)
Volvelds bemesting fosfaat	4 april	19 april
Rijenbemesting fosfaat:	bij poten (3 april)	bij poten (19 april)
Knolbespuiting met APP:	bij poten (3 april)	bij poten (19 april)
Toediening VDM na poten:	11 april	24 april
Toediening urean en spui loog:	11 april	23 april
Toediening KAS:	12 april	22 april
Aanvullingen met kali:	12 april	22 april
Ruggen frezen:	17 april	6 mei
Ziekte- en onkruidbestrijding:	volgens praktijk	volgens praktijk
Doodspuiten restanten groen loof:	20 augustus	12 en 16 september
Oogst:	29 augustus	3 oktober
Grootte netto veldjes (opbrengstbepaling):	1,5 m x 10 m	1,5 m x 8 m

2.2 Resultaten

2.2.1 Weersverloop en gewasontwikkeling

2.2.1.1 Weersverloop

2012

De eerste helft van februari 2012 was zeer koud (vorst), maar vanaf ca. half februari en in maart was het zacht tot zeer zacht weer voor de tijd van het jaar, zonnig en droog. De grond was daardoor al vroeg bewerkbaar, waardoor eind maart al mest kon worden toegediend en begin april is gepoot.

April was een vrij koude en natte maand. Ook in mei was het aanvankelijk koel en nat. In de tweede helft van mei volgde zonnig lenteweer en was het warm en droog. Juni en juli waren koeler dan normaal en aanmerkelijk natter. Augustus was warmer dan normaal, vooral door een zeer warme en droge periode rond het midden van de maand. Voor en na die drogere periode viel veel regen, waardoor augustus even nat was als normaal.

2013

April 2013 was een koude en droge maand, evenals februari en maart. Mei was koeler en natter dan normaal, met name de 2^e helft van mei was nat. Juni was ook koeler dan normaal en droger. Juli en augustus waren warme, droge maanden. Eind juni en begin augustus waren wel vrij nat door enkele flinke regenbuien. Het eerste deel van september was warmer dan normaal en wat natter.

De temperatuur- en neerslaggegevens van de beide groeiseizoenen zijn weergegeven in bijlage I.

2.2.1.2 CropScan-metingen en visuele gewasbeoordeling

Met ondersteuning van RTK-GPS bleek het goed mogelijk te zijn om de rijenbemesting met drijfmest en het poten in twee aparte werkgangen uit te voeren, zodanig dat de mest recht onder de poters kwam te liggen (in 2012) of schuin eronder (in 2013). De rijenbemesting met VDM had in beide jaren geen zichtbaar, nadelig effect op de opkomst en de beginontwikkeling van het gewas.

In de tabel 3 is de WDWI per object weergegeven die is berekend uit de gewasreflectiemetingen met de CropScan in de proef van 2012. Verder is een rapportcijfer weergegeven voor de gewasstand (loofontwikkeling en kleur) en de mate van loofafsterving op 10 augustus. In tabel 4 is een rapportcijfer weergegeven voor de gewasstand in de proef van 2013.

Varkensdrijfmest

De toepassing van VDM had in 2012 significant effect op de WDWI en ook de dosering had

significant effect hierop: een hogere WDVI bij de hogere dosering. Bij de lagere mestgift waren er geen significante verschillen tussen de toedieningsmethoden. Bij de hogere mestgift was de WDVI bij rijtoediening vóór poten (object G) wat lager. Op 6 juli was dit een significant verschil, op 19 juni (nog) niet. De visuele beoordeling van de gewasstand op 25 juni 2012 gaf eenzelfde beeld van het gewas als de WDVI.

In de proef van 2013 was de gewasstand op 1 juli eveneens beter bij de hogere mestdosering. Bij de lagere dosering was er geen duidelijk verschil in gewasstand tussen de drie toedieningsmethoden. Bij de hogere dosering was er eveneens geen verschil tussen volvelds bemesting of rijenbemesting voor poten, maar was de stand bij toepassing na poten zichtbaar beter.

In de navolgende twee weken bleef de gewasontwikkeling bij dit object (I) echter achter, waardoor de stand op 17 juli juist slechter was dan bij de hogere mestdoseringen vóór poten. Waarom het gewas achterbleef in ontwikkeling is niet duidelijk. Op 17 juli was de gewasstand nog steeds beter bij de hogere mestdosering bij volvelds en rijtoepassing vóór poten, maar niet bij de toepassing na poten. Bij de lagere dosering was er geen verschil in gewasstand tussen de drie toedieningsmethoden. Bij de hogere dosering was er ook geen verschil tussen volvelds bemesting of rijenbemesting voor poten, maar was de stand bij toepassing na poten slechter.

Verder viel in 2013 op dat de gewasstand bij de bemesting met drijfmest over het geheel wat onregelmatiger was dan bij de bemesting met kunstmest.

Fosfaatbemesting

In de proef van 2012 had fosfaatbemesting met kunstmest op 19 juni significant effect op de WDVI, maar de fosfaatdosering niet. De bemestingsmethode had een zwak significant effect. Er was geen verschil tussen volvelds en rijenbemesting met TSP. Bij rijenbemesting met APP was de WDVI wat lager (alook bij knolbespuiting met APP). Op 6 juli waren er geen significant effecten van de fosfaatbemesting op de WDVI en waren er in het geheel geen significante verschillen tussen de objecten.

Bij de visuele beoordeling van de gewasstand scoorde TSP rijenbemesting bij de hoge dosering beter dan de overige objecten. Het loof was iets forser ontwikkeld en donkerder van kleur.

In de proef van 2013 was er op 1 juli geheel geen duidelijk zichtbaar effect van fosfaatbemesting op de gewasstand, noch van de bemestingsmethode. Op 17 juli was er wel een zichtbaar effect. Er trad hierbij een interactie op tussen methode en dosering. Bij de volvelds toepassing van TSP was de gewasstand beter dan zonder fosfaatbemesting. Bij de rijtoepassing met TSP was de stand alleen bij de hogere dosering beter en niet bij de lagere. Bij de rijtoepassing met APP alswel de knolbespuiting met APP was de stand niet

duidelijk beter ten opzichte van geen fosfaatbemesting.

Stikstofbemesting

Stikstofbemesting alsook de hoogte van de N-gift hadden in de proef van 2012 significant op de WDWI. Bij rijenbemesting was de WDWI wat lager dan bij de volvelds bemesting. Op 19 juni was dit effect niet significant, op 6 juli wel. De visuele beoordeling van de gewasstand op 25 juni gaf vrijwel eenzelfde beeld van het gewas als de WDWI.

In de proef van 2013 hadden N-bemesting alsook de hoogte van de N-gift duidelijk effect op de gewasstand, maar er was geen zichtbaar verschil tussen de verschillende bemestingsmethoden.

2.2.1.3 Loofafsterving

In 2012 was op 20 juli was bij alle veldjes het loof nog groen. Op 10 augustus (drie weken later) was het loof grotendeels afgestorven (bij een aantal veldjes zelfs geheel). Het loof stierf in de tussenliggende drie weken snel af.

Bij de VDM-objecten was het loof op 10 augustus bijna geheel afgestorven. Het was verder afgestorven dan bij de kunstmestobjecten. Toch was er nog een zichtbaar verschil: bij de hoge VDM-dosering na poten was het loof nog wat groener dan bij de overige VDM-objecten.

Bij de fosfaatobjecten waren er geen significante verschillen in mate van loofafsterving op 10 augustus. Bij de stikstofobjecten was het loof nog wat groener bij de hogere N-gift. Verder was het bij de hogere N-gift urean in de rug zichtbaar groener dan bij KAS volvelds en spuiloo in de rug. Tussen die laatste twee was er geen duidelijk verschil. Bij de lagere N-gift was het loof bij alle drie de bemestingsmethoden even ver afgestorven.

In 2013 was op 26 juli bij alle veldjes het loof nog groen. Op 19 augustus was bij alle objecten het loof aan het afsterven. Op 23 augustus was het voor ca. 50% afgestorven met geen tot geringe verschillen tussen de individuele proefveldjes. Ook op 5 september waren de verschillen in afsterving gering. In een aantal niet met stikstof bemeste veldjes (objecten A en C) was het loof juist iets minder ver afgestorven. Bij de volvelds VDM-toepassing vóór poten was het loof wat verder afgestorven dan bij de rijentoepassingen vóór poten en na poten.

Tabel 3a. WDVIGroen op 19 juni en 6 juli en standcijfer op 25 juni 2012 – Varkensdrijfmest

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		WDVI _g 19 juni	WDVI _g 6 juli	Gewasstand 25 juni
		P ₂ O ₅	N			
A	Dubbel nulobject	0	0	26,8	28,5	2,3
D	VDM volvelds vóór poten	50	75	48,9	41,7	6,1
E	VDM volvelds vóór poten	100	150	53,5	49,1	7,4
F	VDM rijenbemesting vóór poten	50	75	49,3	41,7	6,0
G	VDM rijenbemesting vóór poten	100	150	52,7	45,0	6,8
H	VDM rijenbemesting na poten ¹	50	75	47,0	40,1	5,8
I	VDM rijenbemesting na poten	100	150	54,0	49,6	7,0
<i>LSD 5%</i>				2,5	3,2	0,5
<u>Gemiddeld</u>						
D+E	VDM volvelds vóór poten			51,2	45,4	6,8
F+G	VDM rijenbemesting vóór poten			51,0	43,4	6,4
H+I	VDM rijenbemesting na poten			50,5	44,8	6,4
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<u>F-prob. variantieanalyse</u>						
Bemesting				<0,001	<0,001	<0,001
Dosering				<0,001	<0,001	<0,001
Bemestingsmethode				n.s	n.s	n.s
Bemestingsmethode * Dosering				n.s	0,06	n.s

Tabel 3b. WDVIGroen op 19 juni en 6 juli en standcijfer op 25 juni 2012 -- Fosfaatbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		WDVI _g 19 juni	WDVI _g 6 juli	Gewasstand 25 juni
		P ₂ O ₅	N			
B	Geen fosfaat	0		52,2	50,8	7,0
K	TSP volvelds	50		54,7	48,3	6,9
L	TSP volvelds	100		54,3	50,2	7,3
M	TSP rijenbemesting	50		54,4	50,3	7,1
N	TSP rijenbemesting	100		54,4	48,8	7,9
O	APP rijenbemesting	50	15	52,3	47,7	7,3
P	APP rijenbemesting	100	29	53,4	50,7	7,3
Q	APP op de knollen	50	15	53,7	50,2	7,1
<i>LSD 5%</i>				2,1	<i>n.s.</i>	0,5
<u>Gemiddeld</u>						
K+L	TSP volvelds			54,5	49,3	7,1

M+	TSP rijenbemesting			
N		54,4	49,6	7,5
O+P	APP rijenbemesting	52,8	49,2	7,3
	<i>LSD 5%</i>	<i>1,6</i>	<i>n.s.</i>	<i>0,4</i>
<u>F-prob. variantieanalyse</u>				
	Bemesting	0,05	n.s.	-
	Dosering	n.s.	n.s.	0,01
	Bemestingsmethode	0,08	n.s.	0,1
	Bemestingsmethode *	n.s.	n.s.	n.s.
	Dosering			

Tabel 3c. WDVl groen op 19 juni en 6 juli en standcijfer op 25 juni 2012 – Stikstofbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	N-gift (kg/ha)	WDVI _g 19 juni	WDVI _g 6 juli	Gewasstand 25 juni
C	Geen stikstof	0	28,6	28,1	3,0
R	KAS volvelds	75	49,9	45,8	6,4
S	KAS volvelds	150	54,3	50,2	7,3
T	Urean in de rug	75	49,1	45,0	6,3
U	Urean in de rug	150	52,6	48,6	7,4
V	Spuiloo in de rug	75	48,7	42,0	6,1
W	Spuiloo in de rug	150	51,5	48,4	6,9
	<i>LSD 5%</i>		<i>2,5</i>	<i>3,1</i>	<i>0,5</i>
<u>Gemiddeld</u>					
R+S	KAS volvelds		52,1	48,0	6,8
T+U	Urean in de rug		50,9	46,8	6,8
V+	Spuiloo in de rug				
W			50,1	45,2	6,5
	<i>LSD 5%</i>		<i>n.s.</i>	<i>2,2</i>	<i>n.s.</i>
<u>F-prob. variantieanalyse</u>					
	Bemesting		<0,001	<0,001	<0,001
	Dosering		<0,001	<0,001	<0,001
	Bemestingsmethode		n.s.	0,05	n.s.
	Bemestingsmethode *		n.s.	n.s.	n.s.
	Dosering				

Tabel 4a. Standcijfer op 1 juli en 17 juli 2013 – Varkensdrijfmest

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		Gewasstand 1 juli	Gewasstand 17 juli
		P ₂ O ₅	N		
A	Dubbel nulobject	0	0	1,0	1,0
D	VDM volvelds vóór poten	80	85	2,5	3,1
E	VDM volvelds vóór poten	160	170	2,9	3,7
F	VDM rijenbemesting vóór poten	80	85	2,5	3,0
G	VDM rijenbemesting vóór	160	170	2,9	3,6

H	poten VDM rijenbemesting na poten ¹	80	85	2,4	3,3
I	VDM rijenbemesting na poten	160	170	3,6	2,9
	<i>LSD 5%</i>			0,4	0,7
<u>Gemiddeld</u>					
D+E	VDM volvelds vóór poten			2,7	3,4
F+G	VDM rijenbemesting vóór poten			2,7	3,3
H+I	VDM rijenbemesting na poten			3,0	3,1
	<i>LSD 5%</i>			0,3	n.s.
<u>F-prob. variantieanalyse</u>					
	Bemesting			<0,001	<0,001
	Dosering			<0,001	n.s.
	Bemestingsmethode			0,076	n.s.
	Bemestingsmethode * Dosering			0,011	<0,001

Tabel 4b. Standcijfer op 1 juli en 17 juli 2013 -- Fosfaatbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		Gewasstand 1 juli	Gewasstand 17 juli
		P ₂ O ₅	N		
B	Geen fosfaat	0		5,0	4,7
K	TSP volvelds	50		4,9	5,1
L	TSP volvelds	100		4,9	4,9
M	TSP rijenbemesting	50		4,7	4,7
N	TSP rijenbemesting	100		4,9	5,0
O	APP rijenbemesting	50	15	4,8	4,7
P	APP rijenbemesting	100	29	4,9	4,8
Q	APP op de knollen	50	15	4,9	4,6
	<i>LSD 5%</i>			n.s.	0,4
<u>Gemiddeld</u>					
K+L	TSP volvelds			4,9	5,0
M+	TSP rijenbemesting			4,8	4,8
N					
O+P	APP rijenbemesting			4,8	4,7
	<i>LSD 5%</i>			n.s.	n.s.
<u>F-prob. variantieanalyse</u>					
	Bemesting			n.s.	<0,001
	Dosering			n.s.	n.s.
	Bemestingsmethode			n.s.	n.s.
	Bemestingsmethode * Dosering			n.s.	0,045

Tabel 4c. Standcijfer op 1 juli en 17 juli – Stikstofbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	N-gift (kg/ha)	Gewasstand 1 juli	Gewasstand 17 juli
C	Geen stikstof	0	1,0	1,0
R	KAS volvelds	75	4,1	4,2
S	KAS volvelds	150	4,9	4,9
T	Urean in de rug	75	4,6	4,1
U	Urean in de rug	150	5,0	5,0
V	Spuioloog in de rug	75	4,3	4,3
W	Spuioloog in de rug	150	4,9	4,8
<i>LSD 5%</i>			<i>0,5</i>	<i>0,4</i>
<u>Gemiddeld</u>				
R+S	KAS volvelds		4,5	4,6
T+U	Urean in de rug		4,8	4,5
V+	Spuioloog in de rug		4,6	4,5
W				
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<u>F-prob. variantieanalyse</u>				
Bemesting			<0,001	<0,001
Dosering			<0,001	<0,001
Bemestingsmethode			n.s.	n.s.
Bemestingsmethode *			n.s.	n.s.
Dosering			n.s.	n.s.

2.2.2 Opbrengst, sortering, knolaantal en OWG

In tabel 5 is de bruto knolopbrengst weergegeven en in tabel 6 de afleverbare opbrengst (>35 mm). Tevens is de opbrengst in de maat 28-35 mm weergegeven (tabel 7). Na sorteren heeft deze nog een bestemming als aardappelkrieltjes voor consumptie. De opbrengst <28 mm was in beide jaren bij alle objecten nihil: ≤0,5 ton per ha.

Bij geen van de objecten was er in 2012 knoluitval door afwijkingen of rot. In 2013 was er wel wat uitval door groeischeuren en popperigheid. De uitval bedroeg gemiddeld in de proef 0,3 ton per ha.

In tabel 8 zijn het knolaantal weergegeven, in tabel 9 het onderwatergewicht en in tabel 10 de knoldroge-stofopbrengst. De sorteringsverhoudingen zijn weergegeven in figuur 4.

Varkensdrijfmest

Bemesting met VDM alsook de hoogte van de dosering had een significant op de knolopbrengst. Gemiddeld over de mesttoepassingen was de opbrengst bij de hogere VDM-dosering hoger dan bij de lagere dosering.

Gemiddeld over de twee doseringen waren er in de proef van 2012 geen significante opbrengstverschillen tussen de toedieningswijzen. In de proef van 2013 gaf de toepassing na poten een significant hogere opbrengst dan de twee toepassingen vóór poten. Rijenbemesting vóór poten gaf een lagere opbrengst dan de volvelds toepassing vóór poten, maar dit verschil was niet significant.

In de proef van 2012 gaf rijenbemesting met VDM vóór poten bij de lagere dosering een iets hogere opbrengst dan de volvelds toepassing maar bij de hogere dosering juist een wat lagere opbrengst. De VDM-toepassing na poten gaf bij de hogere dosering een wat hogere opbrengst dan de toepassingen vóór poten. De verschillen waren echter niet significant. In de proef van 2013 traden deze effecten niet op.

Gemiddeld over de beide jaren en de twee doseringen gaf de VDM-rijenbemesting na poten de hoogste opbrengst en de VDM-rijenbemesting vóór poten de laagste. De verschillen kwamen ook in de droge-stofopbrengst tot uiting.

De mestdosering had in de proef van 2012, gemiddelde over de toepassingsmethoden, significant effect op het knolaantal. Bij de lagere VDM-dosering was het knolaantal hoger dan bij de hogere dosering. Bij de lagere dosering VDM als rijenbemesting vóór poten was het knolaantal nog wat hoger dan bij de andere VDM-toepassingen. Bij de hogere dosering was er geen wezenlijk verschil tussen de VDM-toepassingen.

In de proef van 2013 traden de voornoemde verschillen niet op. Gemiddeld over de toepassingsmethoden was er geen significant effect van de mestdosering op het knolaantal.

De hogere VDM-gift leidde tot een grovere maatsortering dan de lage gift. In 2012 was het effect van dosering op de sortering sterker dan in 2013. De VDM-toepassing na poten gaf een wat grovere sortering dan de toepassingen vóór poten, met name relatief iets minder opbrengst in de maat 45-55 mm en iets meer in de maat >55 mm.

De bemesting met VDM leidde gemiddeld genomen tot een geringe verlaging van het OWG (ten opzichte van geen bemesting). De mestdosering had gemiddeld genomen geen significant effect op het OWG. Enkel in 2012 gaf de toepassing na poten bij de hogere mestgift wel een hoger OWG dan bij de lagere mestgift (niet significant).

De toepassingsmethode had gemiddeld over de twee jaar en de twee doseringen significant effect op het OWG. De rijentoeppassing na poten gaf een hoger OWG dan de twee toepassingen vóór poten. Tussen de volvelds en rijentoeppassing vóór poten verschilde het OWG niet significant.

Fosfaatbemesting

Er was in beide jaren geen significant effect van de fosfaatbemesting (noch van dosering, noch van bemestingsmethode) op de knolopbrengst of de droge-stofopbrengst en evenmin op het OWG.

De fosfaatbemesting leidde gemiddeld over beide jaren niet tot een hoger knolaantal. Bij TSP volvelds en TSP in de rij was het knolaantal zelfs wat lager, bij de APP-toepassingen niet.

APP rijenbemesting gaf een iets fijnere maatsortering dan de overige toepassingen.

Stikstofbemesting

Stikstofbemesting alsook de hoogte van de stikstofdosering had significant effect op de knolopbrengst en de droge-stofopbrengst. De hogere N-gift in de proef leidde tot een hogere opbrengst dan de lagere N-gift.

De bemestingsmethode had in beide jaren geen significant effect op de opbrengst.

Gemiddeld over de twee N-giften was er in beide jaren (vrijwel) geen opbrengstverschil tussen de volvelds bemesting met KAS en de toediening van urean in de rug. Toediening van spuihoog in de rug gaf in de proef van 2012 bij de hogere N-gift een wat lagere opbrengst dan bij de andere twee methoden. In de proef van 2013 bleef de opbrengst bij de hogere N-gift spuihoog echter niet achter en was de opbrengst bij lagere N-gift spuihoog juist wat hoger dan bij KAS volvelds en urean in de rug. De verschillen waren echter niet significant. Gemiddeld over de beide jaren en de twee doseringen was de knolopbrengst bij de drie verschillende bemestingswijzen zo goed als gelijk. Ook was de droge-stofopbrengst gelijk.

De verschillende N-bemestingsmethoden hadden geen significant effect op het knolaantal. De N-dosering had hierop wel een significant effect. Bij de hogere N-gift was het knolaantal gemiddeld over de bemestingsmethoden lager dan bij de lagere N-gift.

De hogere N-gift leidde tot een grovere maatsortering dan de lagere N-gift. De toepassing van spuihoog in de rug gaf in de proef van 2012 een iets fijnere sortering, met name relatief iets meer opbrengst in de maat 45-55 mm en iets minder in de maat >55 mm. In 2013 was er geen duidelijk effect van de N-bemestingsmethode op de maatsortering.

Stikstofbemesting leidde algeheel tot een verlaging van het OWG (ten opzicht van geen N-gift), maar er waren geen significante verschillen tussen de drie bemestingsmethoden, noch tussen de twee N-doseringen. Ook was er geen significant interactie-effect tussen bemestingsmethode en dosering.

Tabel 5a. Bruto knolopbrengst (ton per ha) – Varkensdrijfmest

Obj.	Bemestingsmethode	Mestgift (ton/ha)	2012	2013	Gemiddeld
A	Dubbel nulobject	0	36,5	50,7	43,6

D	VDM volvelds vóór poten	15	48,3	52,4	50,3
E	VDM volvelds vóór poten	30	53,1	52,8	53,0
F	VDM rijenbemesting vóór poten	15	49,6	44,0	46,8
G	VDM rijenbemesting vóór poten	30	51,1	50,4	50,7
H	VDM rijenbemesting na poten	15	48,7	57,7	53,2
I	VDM rijenbemesting na poten	30	54,7	57,1	55,9
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>		<i>4,8</i>
<u>Gemiddeld</u>					
D+E	VDM volvelds vóór poten		50,7	52,6	51,7
F+G	VDM rijenbemesting vóór poten		50,4	47,2	48,8
H+I	VDM rijenbemesting na poten		51,7	57,4	54,5
<i>LSD 5%</i>			<i>4,8</i>		<i>3,4</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	0,001	Bemesting	<0,001
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	0,031
Jaar * Bemestingsmethode	0,040	Bemestingsmethode	0,006
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.

Tabel 5b. Bruto knolopbrengst (ton per ha) – Fosfaatbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		2012	2013	Gemiddeld
		P ₂ O ₅	N			
B	Geen fosfaat	0		55,8	60,8	58,3
K	TSP volvelds	50		55,7	58,4	57,0
L	TSP volvelds	100		55,7	58,8	57,2
M	TSP rijenbemesting	50		56,2	57,2	56,7
N	TSP rijenbemesting	100		56,5	62,3	59,4
O	APP rijenbemesting	50	15	55,1	54,9	55,0
P	APP rijenbemesting	100	29	54,2	58,6	56,4
Q	APP op de knollen	50	15	55,3	57,5	56,4
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<u>Gemiddeld</u>						
K+L	TSP volvelds			55,7	58,6	57,1
M+	TSP rijenbemesting				59,8	58,1
N				56,4		
O+P	APP rijenbemesting			54,6	56,8	55,7
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<u>F-prob. variantieanalyse</u>						
<i>Interactie met jaar</i>				<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>		
Jaar * Bemesting		n.s.		Bemesting		n.s.
Jaar * Dosering		n.s.		Dosering		n.s.
Jaar * Bemestingsmethode		n.s.		Bemestingsmethode		n.s.
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering		n.s.		Bemestingsmethode * Dosering		n.s.

Tabel 5c. Bruto knolopbrengst (ton per ha) – Stikstofbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	N-gift (kg/ha)	2012	2013	Gemiddeld
C	Geen stikstof	0	38,4	47,7	43,0
R	KAS volvelds	75	50,5	52,8	51,6
S	KAS volvelds	150	55,7	58,8	57,2
T	Urean in de rug	75	49,0	51,4	50,2
U	Urean in de rug	150	56,7	60,1	58,4
V	Spuiloo in de rug	75	49,3	57,1	53,2
W	Spuiloo in de rug	150	53,1	59,1	56,1
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>3,9</i>
<u>Gemiddeld</u>					
R+S	KAS volvelds		53,1	55,8	54,4
T+U	Urean in de rug		52,9	55,8	54,3
V+	Spuiloo in de rug			58,1	54,6
W			51,2		
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse			
<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	0,089	Bemesting	<0,001
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	<0,001
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.

Tabel 6a. Netto knolopbrengst >35 mm (ton per ha) – Varkensdrijfmest

Obj.	Bemestingsmethode	Mestgift (ton/ha)	2012	2013	Gemiddeld
A	Dubbel nulobject	0	34,5	49,0	41,7
D	VDM volvelds vóór poten	15	47,1	50,6	48,8
E	VDM volvelds vóór poten	30	52,2	51,2	51,7
F	VDM rijenbemesting vóór poten	15	48,3	42,6	45,4
G	VDM rijenbemesting vóór poten	30	50,1	49,1	49,6
H	VDM rijenbemesting na poten	15	47,5	56,2	51,8
I	VDM rijenbemesting na poten	30	53,6	56,0	54,8
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>		<i>4,8</i>
<u>Gemiddeld</u>					
D+E	VDM volvelds vóór poten		49,6	50,9	50,3
F+G	VDM rijenbemesting vóór poten		49,2	45,8	47,5
H+I	VDM rijenbemesting na poten		50,5	56,1	53,3
<i>LSD 5%</i>			<i>4,8</i>		<i>3,4</i>

F-prob. variantieanalyse			
<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	0,001	Bemesting	<0,001
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	0,020
Jaar * Bemestingsmethode	0,041	Bemestingsmethode	0,006
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.

Tabel 6b. Netto knolopbrengst >35 mm (ton per ha) – Fosfaatbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		2012	2013	Gemiddeld
		P ₂ O ₅	N			
B	Geen fosfaat	0		54,8	59,9	57,3
K	TSP volvelds	50		54,7	57,4	56,1

L	TSP volvelds	100		54,8	57,6	56,2
M	TSP rijenbemesting	50		55,2	55,8	55,5
N	TSP rijenbemesting	100		55,7	61,5	58,6
O	APP rijenbemesting	50	15	54,1	53,5	53,8
P	APP rijenbemesting	100	29	53,1	57,2	55,1
Q	APP op de knollen	50	15	54,5	56,0	55,2
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Gemiddeld

K+L	TSP volvelds			54,8	57,5	56,1
M+	TSP rijenbemesting				58,6	
N				55,4		57,0
O+P	APP rijenbemesting			53,6	55,3	54,5
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>			<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	n.s.		Bemesting	n.s.
Jaar * Dosering	n.s.		Dosering	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.		Bemestingsmethode	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.		Bemestingsmethode * Dosering	n.s.

Tabel 6c. Netto knolopbrengst >35 mm (ton per ha) – Stikstofbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	N-gift (kg/ha)	2012	2013	Gemiddeld
C	Geen stikstof	0	36,6	45,7	41,2
R	KAS volvelds	75	49,3	51,5	50,4
S	KAS volvelds	150	54,8	57,6	56,2
T	Urean in de rug	75	47,7	50,6	49,1
U	Urean in de rug	150	55,8	59,0	57,4
V	Spuiloo in de rug	75	48,1	56,0	52,1
W	Spuiloo in de rug	150	52,2	57,5	54,8
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>4,0</i>
<u>Gemiddeld</u>					
R+S	KAS volvelds		52,1	54,6	53,3
T+U	Urean in de rug		51,7	54,8	53,2
V+	Spuiloo in de rug			56,7	53,5
W			50,2		
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>			<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	n.s.		Bemesting	<0,001
Jaar * Dosering	n.s.		Dosering	<0,001
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.		Bemestingsmethode	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.		Bemestingsmethode * Dosering	n.s.

Tabel 7a. Netto knolopbrengst 28-35 mm (ton per ha) – Varkensdrijfmest

Obj.	Bemestingsmethode	Mestgift (ton/ha)	2012	2013	Gemiddeld
A	Dubbel nulobject	0	1,63	1,22	1,43
D	VDM volvelds vóór poten	15	1,00	1,14	1,07
E	VDM volvelds vóór poten	30	0,74	1,11	0,92
F	VDM rijenbemesting vóór poten	15	1,15	1,13	1,14
G	VDM rijenbemesting vóór poten	30	0,82	1,02	0,92
H	VDM rijenbemesting na poten	15	1,07	1,01	1,04
I	VDM rijenbemesting na poten	30	0,85	0,81	0,83
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>		<i>0,23</i>
<u>Gemiddeld</u>					
D+E	VDM volvelds vóór poten		0,87	1,12	1,00
F+G	VDM rijenbemesting vóór poten		0,98	1,07	1,03
H+I	VDM rijenbemesting na poten		0,96	0,91	0,93
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>		<i>n.s.</i>
<u>F-prob. variantieanalyse</u>					
<i>Interactie met jaar</i>			<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>		
Jaar * Bemesting	0,005		Bemesting	<0,001	
Jaar * Dosering	n.s.		Dosering	0,005	
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.		Bemestingsmethode	n.s.	
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.		Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	

Tabel 7b. Netto knolopbrengst 28-35 mm (ton per ha) – Fosfaatbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		2012	2013	Gemiddeld
		P ₂ O ₅	N			
B	Geen fosfaat	0		0,81	0,57	0,69
K	TSP volvelds	50		0,74	0,48	0,61
L	TSP volvelds	100		0,68	0,63	0,65
M	TSP rijenbemesting	50		0,85	0,76	0,80
N	TSP rijenbemesting	100		0,67	0,64	0,65
O	APP rijenbemesting	50	15	0,77	0,89	0,83
P	APP rijenbemesting	100	29	0,79	0,79	0,79
Q	APP op de knollen	50	15	0,66	0,53	0,60
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>		<i>n.s.</i>

<u>Gemiddeld</u>				
K+L	TSP volvelds	0,71	0,55	0,63
M+	TSP rijenbemesting			
N		0,76	0,70	0,73
O+P	APP rijenbemesting	0,78	0,84	0,81
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>	<i>0,14</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>		
Jaar * Bemesting	n.s.	Bemesting		n.s.
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering		n.s.
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode		0,051
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering		n.s.

Tabel 7c. Netto knolopbrengst 28-35 mm (ton per ha) – Stikstofbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	N-gift (kg/ha)	2012	2013	Gemiddeld
C	Geen stikstof	0	1,52	1,39	1,46
R	KAS volvelds	75	0,95	0,93	0,94
S	KAS volvelds	150	0,68	0,63	0,65
T	Urean in de rug	75	1,11	0,55	0,83
U	Urean in de rug	150	0,76	0,73	0,74
V	Spuilooig in de rug	75	0,96	0,80	0,88
W	Spuilooig in de rug	150	0,76	0,82	0,79
<i>LSD 5%</i>				<i>0,33</i>	<i>0,19</i>
<u>Gemiddeld</u>					
R+S	KAS volvelds		0,82	0,78	0,80
T+U	Urean in de rug		0,94	0,64	0,79
V+	Spuilooig in de rug				
W			0,86	0,81	0,84
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>		
Jaar * Bemesting	n.s.	Bemesting		<0,001
Jaar * Dosering	0,080	Dosering		0,025
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode		n.s.
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering		n.s.

Tabel 8a. Aantal geoogste knollen per m² – Varkensdrijfmest

Obj.	Bemestingsmethode	Mestgift (ton/ha)	2012	2013	Gemiddeld
A	Dubbel nulobject	0	56,1	50,7	53,4

D	VDM volvelds vóór poten	15	58,2	54,0	56,1
E	VDM volvelds vóór poten	30	55,7	54,0	54,9
F	VDM rijenbemesting vóór poten	15	61,3	52,1	56,7
G	VDM rijenbemesting vóór poten	30	55,7	51,5	53,6
H	VDM rijenbemesting na poten	15	56,8	54,2	55,5
I	VDM rijenbemesting na poten	30	55,0	55,7	55,4
<i>LSD 5%</i>				3,6	2,5
<u>Gemiddeld</u>					
D+E	VDM volvelds vóór poten		57,0	54,0	55,5
F+G	VDM rijenbemesting vóór poten		58,5	51,8	55,1
H+I	VDM rijenbemesting na poten		55,9	55,0	55,4
<i>LSD 5%</i>				2,5	n.s.

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	n.s.	Bemesting	0,044
Jaar * Dosering	0,016	Dosering	0,043
Jaar * Bemestingsmethode	0,007	Bemestingsmethode	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.

Tabel 8b. Aantal geoogste knollen per m²– Fosfaatbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		2012	2013	Gemiddeld
		P ₂ O ₅	N			
B	Geen fosfaat	0		55,6	52,7	54,1
K	TSP volvelds	50		54,5	46,9	50,7
L	TSP volvelds	100		53,1	48,9	51,0
M	TSP rijenbemesting	50		55,5	49,7	52,6
N	TSP rijenbemesting	100		53,2	49,2	51,2
O	APP rijenbemesting	50	15	54,2	52,8	53,5
P	APP rijenbemesting	100	29	55,1	53,7	54,4
Q	APP op de knollen	50	15	52,0	44,6	48,3
<i>LSD 5%</i>				n.s.		4,3
<u>Gemiddeld</u>						
K+L	TSP volvelds			53,8	47,9	50,9
M+	TSP rijenbemesting			54,3	49,5	51,9
O+P	APP rijenbemesting			54,6	53,2	53,9
<i>LSD 5%</i>				n.s.		2,3.

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	n.s.	Bemesting	n.s.
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode	0,032
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.

Tabel 8c. Aantal geoogste knollen per m²– Stikstofbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	N-gift (kg/ha)	2012	2013	Gemiddeld
C	Geen stikstof	0	55,5	54,0	54,7
R	KAS volvelds	75	56,2	51,2	53,7
S	KAS volvelds	150	53,1	48,9	51,0
T	Urean in de rug	75	57,7	48,5	53,1
U	Urean in de rug	150	53,4	48,5	51,0
V	Spuilooig in de rug	75	58,1	51,6	54,9
W	Spuilooig in de rug	150	53,8	47,8	50,8
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>		<i>2,9</i>
<u>Gemiddeld</u>					
R+S	KAS volvelds		54,6	50,1	52,4
T+U	Urean in de rug		55,6	48,5	52,0
V+	Spuilooig in de rug				
W			56,0	49,7	52,8
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>		<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	0,046	Bemesting	0,040
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	0,001
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.

Tabel 9a. Onderwatergewicht (gram) – Varkensdrijfmest

Obj.	Bemestingsmethode	Mestgift (ton/ha)	2012	2013	Gemiddeld
A	Dubbel nulobject	0	424	440	432
D	VDM volvelds vóór poten	15	410	425	417
E	VDM volvelds vóór poten	30	409	426	417
F	VDM rijenbemesting vóór poten	15	417	424	421
G	VDM rijenbemesting vóór poten	30	412	427	420
H	VDM rijenbemesting na poten	15	409	437	423
I	VDM rijenbemesting na	30	420	439	429

poten				
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<u>Gemiddeld</u>				
D+E	VDM volvelds vóór poten	409	425	417
F+G	VDM rijenbemesting vóór poten	415	425	420
H+I	VDM rijenbemesting na poten	414	438	426
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>	7
<hr/>				
F-prob. variantieanalyse				
<i>Interactie met jaar</i>			<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	n.s.	Bemesting	0,007	
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	n.s.	
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode	0,049	
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	

Tabel 9b. Onderwatergewicht (gram) – Fosfaatbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		2012	2013	Gemiddeld
		P ₂ O ₅	N			
B	Geen fosfaat	0		414	413	413
K	TSP volvelds	50		411	404	408
L	TSP volvelds	100		407	419	413
M	TSP rijenbemesting	50		408	417	412
N	TSP rijenbemesting	100		414	415	414
O	APP rijenbemesting	50	15	408	411	409
P	APP rijenbemesting	100	29	408	431	420
Q	APP op de knollen	50	15	409	417	413
<i>LSD 5%</i>					<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<u>Gemiddeld</u>						
K+L	TSP volvelds			409	411	410
M+	TSP rijenbemesting					
N				411	416	413
O+P	APP rijenbemesting			408	421	414
<i>LSD 5%</i>					<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<hr/>						
F-prob. variantieanalyse						
<i>Interactie met jaar</i>			<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>			
Jaar * Bemesting	n.s.	Bemesting	n.s.			
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	n.s.			
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode	n.s.			
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.			

Tabel 9c. Onderwatergewicht (gram) – Stikstofbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	N-gift (kg/ha)	2012	2013	Gemiddeld
C	Geen stikstof	0	421	444	433
R	KAS volvelds	75	410	429	419
S	KAS volvelds	150	407	419	413
T	Urean in de rug	75	411	423	417
U	Urean in de rug	150	404	420	412
V	Spuiloog in de rug	75	406	423	415
W	Spuiloog in de rug	150	410	419	415
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<u>Gemiddeld</u>					
R+S	KAS volvelds		408	424	416
T+U	Urean in de rug		407	422	414
V+	Spuiloog in de rug				
W			408	421	415
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<u>F-prob. variantieanalyse</u>					
<i>Interactie met jaar</i>			<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>		
Jaar * Bemesting		n.s.	Bemesting		<0,001
Jaar * Dosering		n.s.	Dosering		n.s.
Jaar * Bemestingsmethode		n.s.	Bemestingsmethode		n.s.
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering		n.s.	Bemestingsmethode * Dosering		n.s.

Tabel 10a. Droge-stofopbrengst knollen (ton per ha) – Varkensdrijfmest

Obj.	Bemestingsmethode	Mestgift (ton/ha)	2012	2013	Gemiddeld
A	Dubbel nulobject	0	8,7	12,5	10,6
D	VDM volvelds vóór poten	15	11,2	12,5	11,8
E	VDM volvelds vóór poten	30	12,5	12,4	12,4
F	VDM rijenbemesting vóór poten	15	12,0	10,5	11,2
G	VDM rijenbemesting vóór poten	30	12,0	12,0	12,0
H	VDM rijenbemesting na poten	15	11,4	13,7	12,5
I	VDM rijenbemesting na poten	30	12,9	13,7	13,3
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>1,3</i>
<u>Gemiddeld</u>					
D+E	VDM volvelds vóór poten		11,8	12,4	12,1
F+G	VDM rijenbemesting vóór poten		12,0	11,2	11,6
H+I	VDM rijenbemesting na poten		12,1	13,7	12,9

poten			1,3	0,9
LSD 5%				
F-prob. variantieanalyse				
<i>Interactie met jaar</i>			<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	0,001	Bemesting	0,002	
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	0,055	
Jaar * Bemestingsmethode	0,038	Bemestingsmethode	0,018	
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	

Tabel 10b. Droge-stofopbrengst knollen (ton per ha) – Fosfaatbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		2012	2013	Gemiddeld d
		P ₂ O ₅	N			
B	Geen fosfaat	0		13,2	14,1	13,7
K	TSP volvelds	50		13,0	13,4	13,2
L	TSP volvelds	100		13,0	13,9	13,5
M	TSP rijenbemesting	50		13,2	13,3	13,3
N	TSP rijenbemesting	100		13,1	14,3	13,7
O	APP rijenbemesting	50	15	12,8	13,0	12,9
P	APP rijenbemesting	100	29	12,6	13,6	13,1
Q	APP op de knollen	50	15	12,7	13,6	13,1
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<u>Gemiddeld</u>						
K+L	TSP volvelds			13,0	13,7	13,3
M+	TSP rijenbemesting					
N				13,2	13,8	13,5
O+P	APP rijenbemesting			12,7	13,3	13,0
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse				
<i>Interactie met jaar</i>			<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	n.s.	Bemesting	n.s.	
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	n.s.	
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode	n.s.	
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	

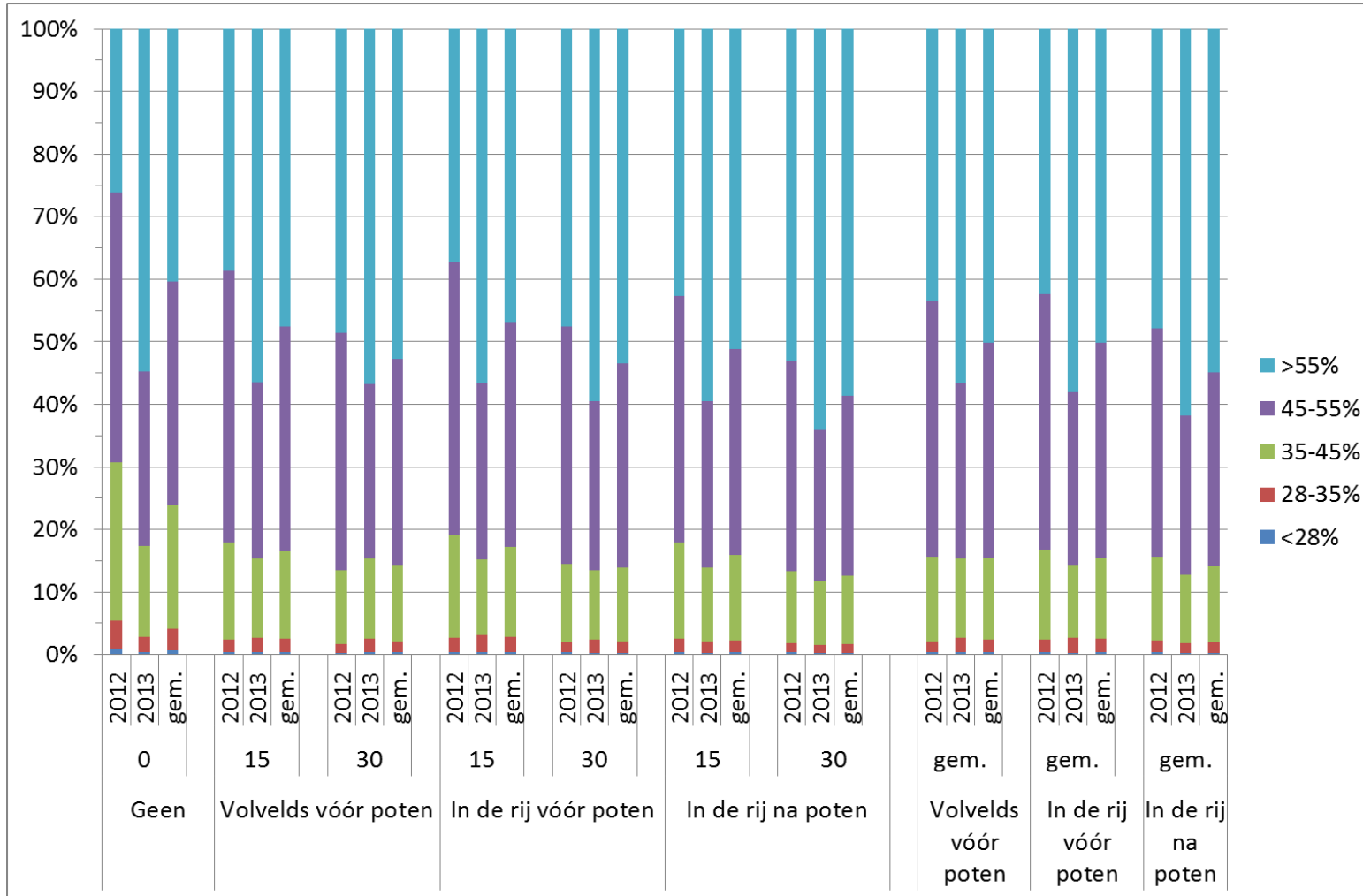
Tabel 10c. Droge-stofopbrengst knollen (ton per ha) – Stikstofbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	N-gift (kg/ha)	2012	2013	Gemiddeld d
R	KAS volvelds	75	11,3	12,7	12,0
S	KAS volvelds	150	13,0	13,9	13,5
T	Urean in de rug	75	11,1	12,5	11,8

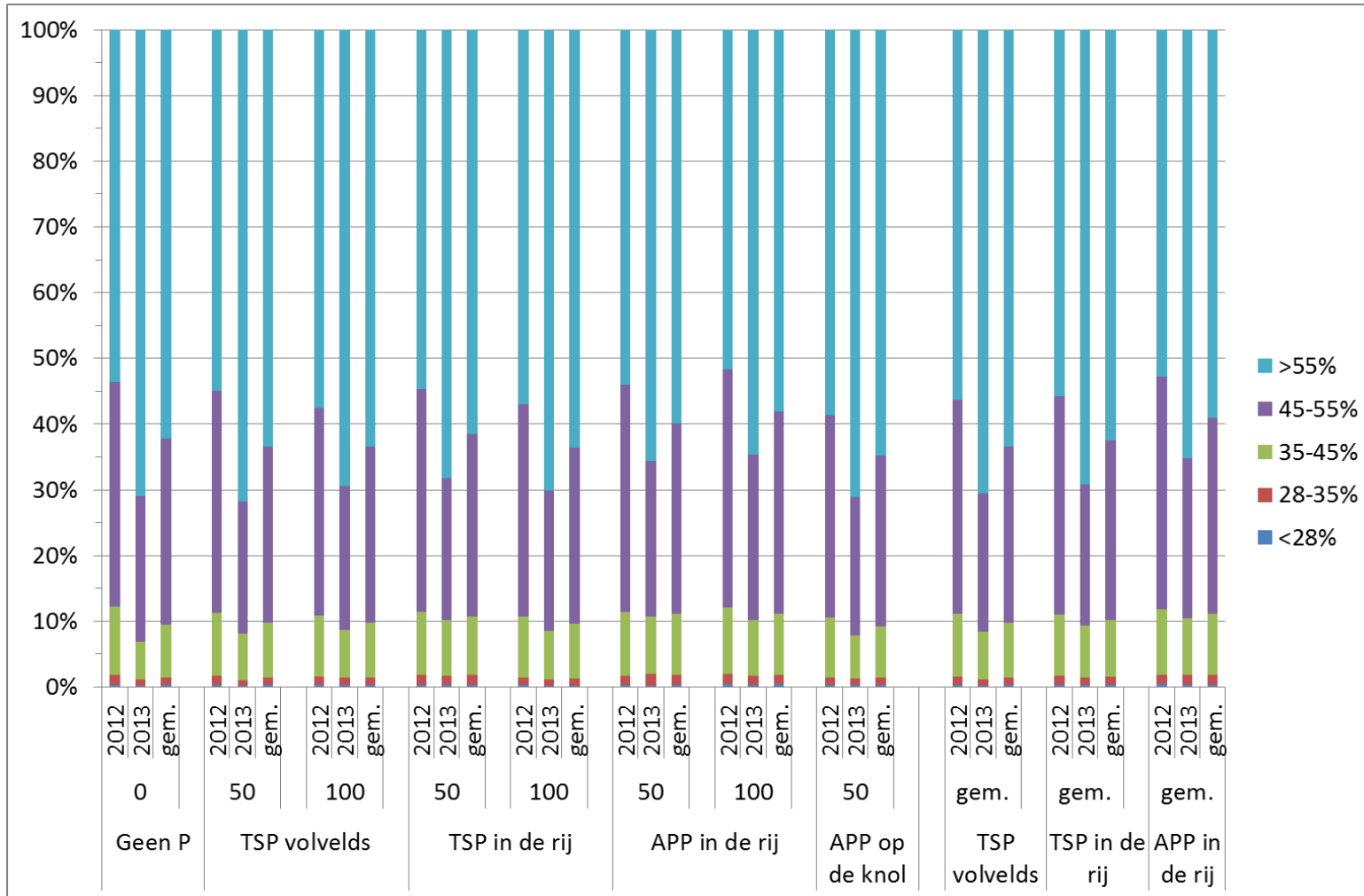
U	Urean in de rug	150	13,2	14,2	13,7
V	Spuihoog in de rug	75	11,2	13,5	12,4
W	Spuihoog in de rug	150	12,4	13,8	13,1
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>1,1</i>
<u>Gemiddeld</u>					
R+S	KAS volvelds		12,2	13,3	12,7
T+U	Urean in de rug		12,2	13,3	12,7
V+	Spuihoog in de rug				
W			11,8	13,7	12,7
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse

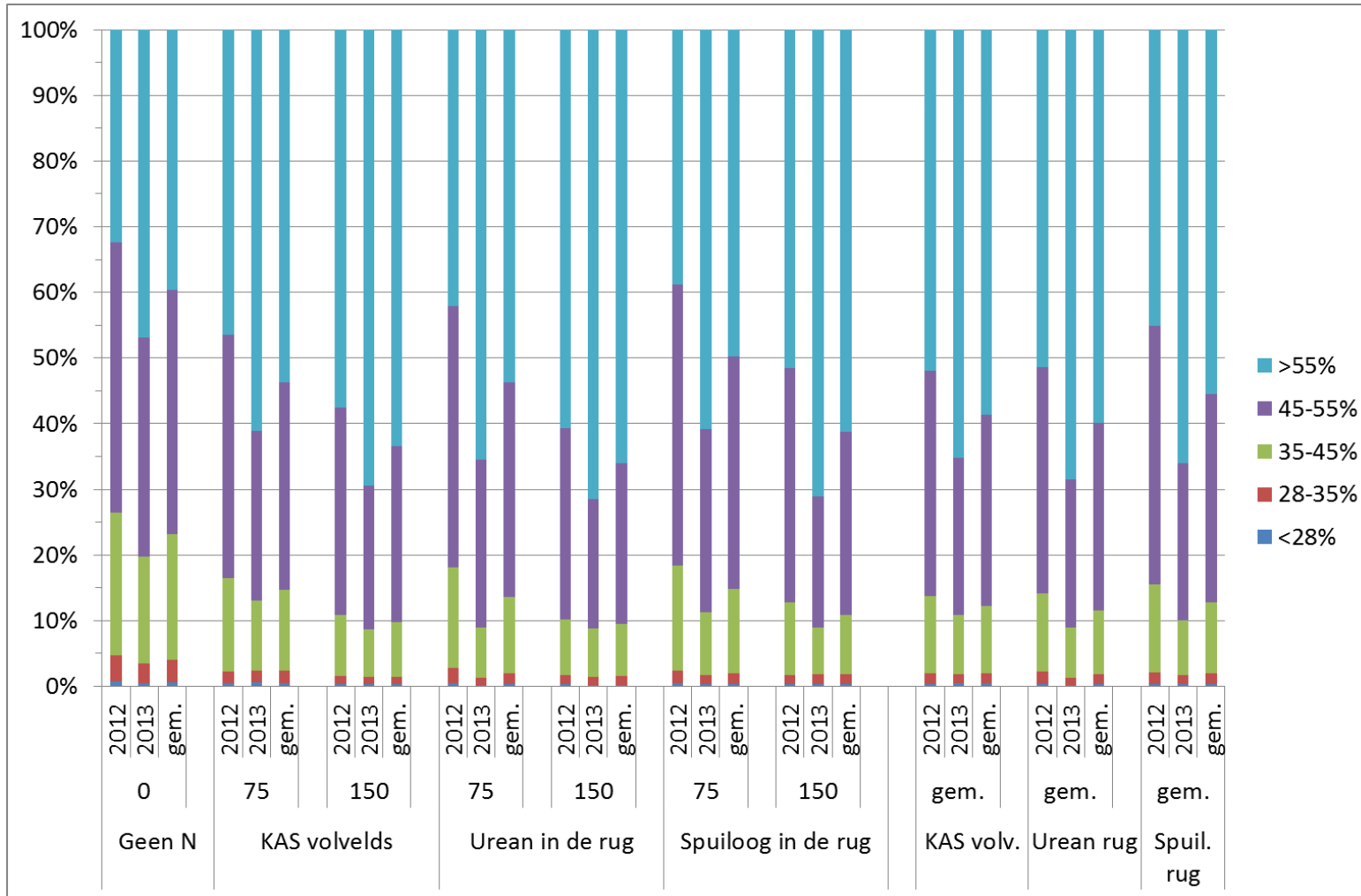
<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	n.s.	Bemesting	<0,001
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	<0,001
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode *	n.s.	Bemestingsmethode *	n.s.
Dosering		Dosering	



Figuur 4a. Maatsortering (percentage van de netto opbrengst) – Varkensdrijfmest (15 en 30 ton per ha)



Figuur 4b. Maatsortering (percentage van de netto opbrengst) – Fosfaatbemesting (50 en 100 kg P₂O₅ per ha)



Figuur 4c. Maatsortering (percentage van de netto opbrengst) – Stikstofbemesting (75 en 150 kg N per ha)

2.2.3 Stikstof- en fosfaatopname

In tabel 11 is de stikstofopname in de knollen weergegeven en in tabel 12 de fosfaatopname.

Varkensdrijfmest

De hogere dosering VDM leidde gemiddeld tot een significant hogere N-opname in de knollen dan de lagere dosering VDM. Gemiddelde over de twee mestgiften was er geen significant effect van de toedieningswijze op de N-opname

In de proef van 2012 gaven rijenbemesting vóór poten en de toediening in de rug na poten bij de lagere mestgift een wat hogere N-opname dan de volvelds toepassing vóór poten. Bij de hogere mestgift gaf de rijenbemesting vóór poten en wat lagere N-opname dan de volvelds toepassing en de toepassing na poten een wat hogere N-opname. Deze verschillen waren echter niet significant.

In de proef van 2013 gaf de toediening na poten bij de lagere mestgift een hogere N-opname (n.s.) en de rijenbemesting vóór poten een lagere N-opname (n.s.) dan de volvelds toepassing. Bij de hogere mestdosering in 2013 waren de verschillen in N-opname tussen de drie toedieningswijzen klein.

De VDM-bemesting leidde gemiddeld over de beide jaren ook tot een hogere fosfaatopname in de knollen (ten opzichte van het dubbelnuloobject). De hoogte van de mestdosering had daarbij een zwak significant effect op de fosfaatopname.

De VDM-toepassing na poten gaf een significant hogere fosfaatopname dan de toepassingen vóór poten. Tussen de volvelds toepassing of de rijentoepassing vóór poten was er geen significant verschil t.a.v. de fosfaatopname.

Bij de lagere mestgift gaf de rijenbemesting vóór poten in de proef van 2012 een iets hogere opname dan de andere twee toepassingen, maar in de proef van 2013 juist een lagere opname. Deze verschillen waren echter niet significant.

Fosfaatbemesting

De fosfaatbemesting met kunstmest had geen significant effect op de N-opname en ook niet op de fosfaatopname. Er waren geen significante verschillen tussen de bemestingsmethoden, noch was er een significant interactie-effect tussen methode en dosering. De fosfaatbemesting leidde in de proef van 2012 wel tot een ca. 5% hogere fosfaatopname in de knollen dan geen fosfaatgift, maar dit verschil was niet significant. In de proef van 2012 leidde de fosfaatbemesting niet tot een hogere fosfaatopname ten opzichte van geen fosfaatgift.

Stikstofbemesting

Bij de stikstofbemesting was er alleen een significant effect van de dosering op de N-

opname. De bemestingsmethode had geen significant effect. Gemiddeld over de twee jaren en twee doseringen waren de verschillen in N-opname in de knollen tussen de drie bemestingsmethoden nihil.

In de proef van 2012 gaf toediening van spuihoog in de rug gaf bij de hogere N-gift een wat lagere N-opname dan de andere twee methoden. In de proef van 2013 gaf KAS volvelds bij de lagere N-gift een wat lagere N-opname dan de andere twee methoden. Deze verschillen waren echter niet significant.

Stikstofbemesting en de hoogte van de dosering hadden ook significant effect op de fosfaatopname. De hogere N-gift leidde tot een iets hogere fosfaatopname in de knollen dan de lagere N-gift.

In de proef van 2012 gaf de hogere N-gift bij KAS volvelds en urean in de rug een iets hogere fosfaatopname dan de lagere N-gift. Bij spuihoog was dat niet het geval en bleef de fosfaatopname bij de hoger N-gift iets achter bij de andere twee bemestingsmethoden. Deze verschillen waren echter niet significant. In de proef van 2013 gaf de hogere N-gift bij alle drie de bemestingsmethoden een wat hogere fosfaatopname dan de lagere N-gift.

Tabel 11a. Stikstofopname in de knollen (kg N per ha) – Varkensdrijfmest

Obj.	Bemestingsmethode	Mestgift (ton/ha)	2012	2013	Gemiddeld
A	Dubbel nulobject	0	60	117	88
D	VDM volvelds vóór poten	15	92	129	111
E	VDM volvelds vóór poten	30	132	135	133
F	VDM rijenbemesting vóór poten	15	97	109	103
G	VDM rijenbemesting vóór poten	30	124	136	130
H	VDM rijenbemesting na poten	15	99	137	118
I	VDM rijenbemesting na poten	30	138	140	139
<i>LSD 5%</i>				24	17
<u>Gemiddeld</u>					
D+E	VDM volvelds vóór poten		112	132	122
F+G	VDM rijenbemesting vóór poten		110	123	117
H+I	VDM rijenbemesting na poten		118	138	128
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	0,004	Bemesting	<0,001
Jaar * Dosering	0,022	Dosering	<0,001
Jaar * Bemestingsmethode	<i>n.s.</i>	Bemestingsmethode	<i>n.s.</i>
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	<i>n.s.</i>	Bemestingsmethode * Dosering	<i>n.s.</i>

Tabel 11b. Stikstofopname in de knollen (kg N per ha) – Fosfaatbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		2012	2013	Gemiddeld
		P ₂ O ₅	N			
B	Geen fosfaat	0		154	181	168
K	TSP volvelds	50		150	167	158
L	TSP volvelds	100		158	175	167
M	TSP rijenbemesting	50		156	176	166
N	TSP rijenbemesting	100		155	184	170
O	APP rijenbemesting	50	15	149	169	159
P	APP rijenbemesting	100	29	151	165	158
Q	APP op de knollen	50	15	148	173	160
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	
<u>Gemiddeld</u>						
K+L	TSP volvelds			154	171	163

M+	TSP rijenbemesting			
N		155	180	168
O+P	APP rijenbemesting	150	167	159
	LSD 5%		<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	<i>n.s.</i>	Bemesting	<i>n.s.</i>
Jaar * Dosering	<i>n.s.</i>	Dosering	<i>n.s.</i>
Jaar * Bemestingsmethode	<i>n.s.</i>	Bemestingsmethode	<i>n.s.</i>
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	<i>n.s.</i>	Bemestingsmethode * Dosering	<i>n.s.</i>

Tabel 11c. Stikstofopname in de knollen (kg N per ha) – Stikstofbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	N-gift (kg/ha)	2012	2013	Gemiddeld
C	Geen stikstof	0	64	111	88
R	KAS volvelds	75	107	134	121
S	KAS volvelds	150	158	175	167
T	Urean in de rug	75	106	143	125
U	Urean in de rug	150	159	181	170
V	Spuilooig in de rug	75	108	149	128
W	Spuilooig in de rug	150	143	183	163
	LSD 5%		<i>n.s.</i>		<i>14</i>
Gemiddeld					
R+S	KAS volvelds		133	155	144
T+U	Urean in de rug		132	162	147
V+	Spuilooig in de rug				
W			126	166	146
	LSD 5%		<i>n.s.</i>		<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	<i>n.s.</i>	Bemesting	<0,001
Jaar * Dosering	<i>n.s.</i>	Dosering	<0,001
Jaar * Bemestingsmethode	<i>n.s.</i>	Bemestingsmethode	<i>n.s.</i>
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	<i>n.s.</i>	Bemestingsmethode * Dosering	<i>n.s.</i>

Tabel 12a. Fosfaatopname in de knollen (kg P₂O₅ per ha) – Varkensdrijfmest

Obj.	Bemestingsmethode	Mestgift (ton/ha)	2012	2013	Gemiddeld
A	Dubbel nulobject	0	35	49	42
D	VDM volvelds vóór poten	15	44	45	45
E	VDM volvelds vóór poten	30	48	43	45
F	VDM rijenbemesting vóór	15	46	37	42

G	poten VDM rijenbemesting vóór poten	30	46	45	46
H	poten VDM rijenbemesting na poten	15	45	48	47
I	poten VDM rijenbemesting na poten	30	53	51	52
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>		<i>6</i>
<u>Gemiddeld</u>					
D+E	VDM volvelds vóór poten		46	44	45
F+G	VDM rijenbemesting vóór poten		46	41	44
H+I	VDM rijenbemesting na poten		49	50	49
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>		<i>4</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>			<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	0,001		Bemesting	0,076
Jaar * Dosering	n.s.		Dosering	0,060
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.		Bemestingsmethode	0,032
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.		Bemestingsmethode * Dosering	n.s.

Tabel 12b. Fosfaatopname in de knollen (kg P₂O₅ per ha) – Fosfaatbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		2012	2013	Gemiddel d
		P ₂ O ₅	N			
B	Geen fosfaat	0		46	47	47
K	TSP volvelds	50		49	46	48
L	TSP volvelds	100		48	48	48
M	TSP rijenbemesting	50		46	45	45
N	TSP rijenbemesting	100		50	48	49
O	APP rijenbemesting	50	15	48	44	46
P	APP rijenbemesting	100	29	46	47	46
Q	APP op de knollen	50	15	47	45	46
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>		<i>n.s.</i>
<u>Gemiddeld</u>						
K+L	TSP volvelds			48	47	48
M+	TSP rijenbemesting			48	46	47
N				48	46	47
O+P	APP rijenbemesting			47	45	46
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>		<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>			<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	n.s.		Bemesting	n.s.

Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.

Tabel 12c. Fosfaatopname in de knollen (kg P₂O₅ per ha) – Stikstofbemesting

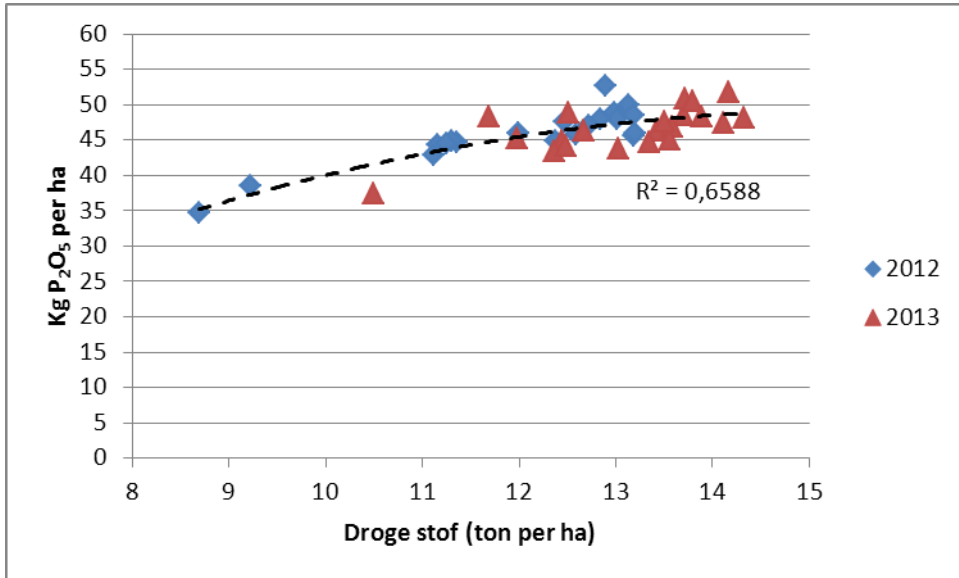
Obj.	Bemestingsmethode	N-gift (kg/ha)	2012	2013	Gemiddeld
C	Geen stikstof	0	39	48	43
R	KAS volvelds	75	45	46	46
S	KAS volvelds	150	48	48	48
T	Urean in de rug	75	43	44	44
U	Urean in de rug	150	48	52	50
V	Spui loog in de rug	75	44	48	46
W	Spui loog in de rug	150	45	50	48
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>		<i>5</i>
<u>Gemiddeld</u>					
R+S	KAS volvelds		46	47	47
T+U	Urean in de rug		46	48	47
V+	Spui loog in de rug				
W			45	49	47
<i>LSD 5%</i>			<i>n.s.</i>		<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse

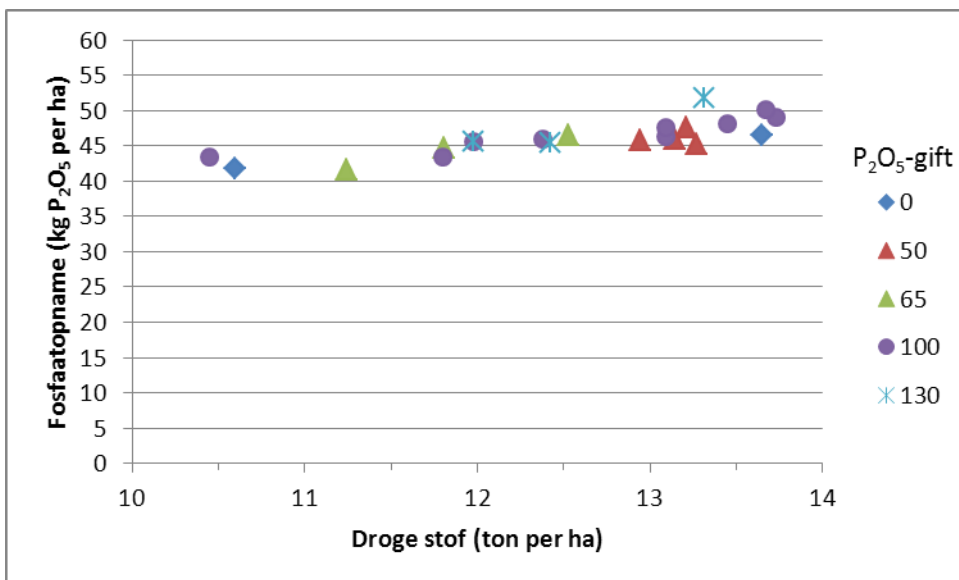
<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	0,047	Bemesting	0,064
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	0,011
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.	Bemestingsmethode * Dosering	n.s.

De verschillen in fosfaatopname hingen in beide jaren voor een deel samen met verschillen in knol(droge-stof)productie (figuur 5) en werden niet duidelijk beïnvloed door de fosfaatgift (figuur 6). Die opbrengstverschillen werden veroorzaakt door verschillen in N-bemesting.

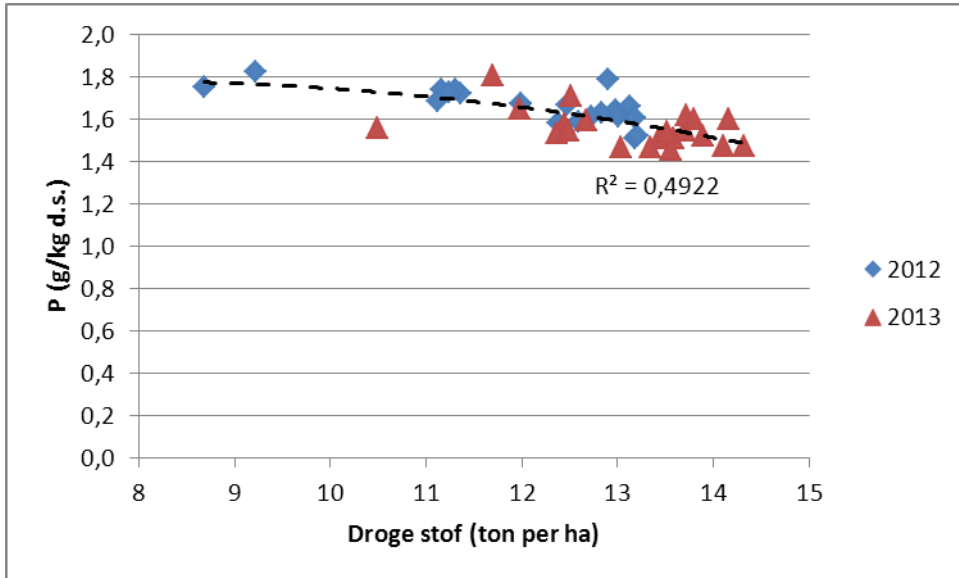
Het fosforgehalte in de droge stof werd bij VDM en kunstmestfosfaat niet significant beïnvloed door de verschillende behandelingen in de proef (tabel 13). Bij de bemesting met kunstmeststikstof was het gehalte significant lager ten opzichte van geen N-bemesting. In de proef van 2012 had ook de hoogte van de N-gift significant effect op het P-gehalte: lager gehalte bij de hogere N-gift (bij alle drie de bemestingsmethoden). In de proef van 2013 had de hoogte van de N-gift geen significant effect op het P-gehalte. Het P-gehalte nam in beide jaren af bij toename van de droge-stofopbrengst (verdunding; figuur 7) en werd niet duidelijk beïnvloed door de fosfaatgift (figuur 8).



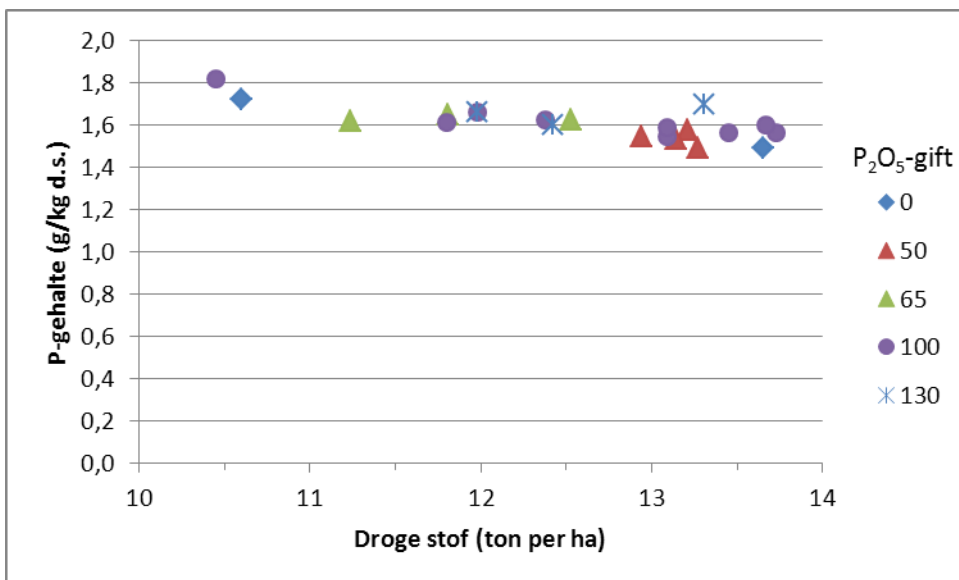
Figuur 5. Fosfaatopname in de knollen uitgezet tegen de droge-stofproductie per jaar



Figuur 6. Fosfaatopname in de knollen uitgezet tegen de droge-stofproductie per fosfaatgift (gemiddeld over 2012 en 2013)



Figuur 7. Fosforgehalte in de droge stof uitgezet tegen de droge-stofproductie



Figuur 8. Fosforgehalte in de droge stof uitgezet tegen de droge-stofproductie per fosfaatgift (gemiddeld over 2012 en 2013)

Tabel 13a. Fosforgehalte (P) in de knol-droge stof (g/kg) – Varkensdrijfmest

Obj.	Bemestingsmethode	Mestgift (ton/ha)	2012	2013	Gemiddeld
A	Dubbel nulobject	0	1,7	1,7	1,7
D	VDM volvelds vóór poten	15	1,7	1,6	1,7
E	VDM volvelds vóór poten	30	1,7	1,5	1,6
F	VDM rijenbemesting vóór poten	15	1,7	1,6	1,6
G	VDM rijenbemesting vóór poten	30	1,7	1,6	1,7
H	VDM rijenbemesting na poten	15	1,7	1,5	1,6
I	VDM rijenbemesting na poten	30	1,8	1,6	1,7
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<u>Gemiddeld</u>					
D+E	VDM volvelds vóór poten		1,7	1,6	1,6
F+G	VDM rijenbemesting vóór poten		1,7	1,6	1,6
H+I	VDM rijenbemesting na poten		1,7	1,6	1,7
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>
<u>F-prob. variantieanalyse</u>					
<i>Interactie met jaar</i>			<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>		
Jaar * Bemesting	n.s.		Bemesting		0,055
Jaar * Dosering	n.s.		Dosering		n.s.
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.		Bemestingsmethode		n.s.
Jaar * Bemestingsmethode * Dosering	n.s.		Bemestingsmethode * Dosering		n.s.

Tabel 13b. Fosforgehalte (P) in de knol-droge stof (g/kg) – Fosfaatbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	Dosering (kg/ha)		2012	2013	Gemiddeld
		P ₂ O ₅	N			
B	Geen fosfaat	0		1,5	1,5	1,5
K	TSP volvelds	50		1,6	1,5	1,6
L	TSP volvelds	100		1,6	1,5	1,6
M	TSP rijenbemesting	50		1,5	1,5	1,5
N	TSP rijenbemesting	100		1,7	1,5	1,6
O	APP rijenbemesting	50	15	1,6	1,5	1,6
P	APP rijenbemesting	100	29	1,6	1,5	1,5
Q	APP op de knollen	50	15	1,6	1,5	1,5
<i>LSD 5%</i>				<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	
<u>Gemiddeld</u>						
K+L	TSP volvelds			1,6	1,5	1,6

M+	TSP rijenbemesting			
N		1,6	1,5	1,5
O+P	APP rijenbemesting	1,6	1,5	1,5
	<i>LSD 5%</i>		<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	n.s.	Bemesting	n.s.
Jaar * Dosering	n.s.	Dosering	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode *	n.s.	Bemestingsmethode *	n.s.
Dosering		Dosering	

Tabel 13c. Fosforgehalte (P) in de knol-droge stof (g/kg) – Stikstofbemesting

Obj.	Bemestingsmethode	N-gift (kg/ha)	2012	2013	Gemiddeld
C	Geen stikstof	0	1,8	1,8	1,8
R	KAS volvelds	75	1,7	1,6	1,7
S	KAS volvelds	150	1,6	1,5	1,6
T	Urean in de rug	75	1,7	1,5	1,6
U	Urean in de rug	150	1,6	1,6	1,6
V	Spuihoog in de rug	75	1,7	1,5	1,6
W	Spuihoog in de rug	150	1,6	1,6	1,6
	<i>LSD 5%</i>		<i>0,1</i>	<i>0,1</i>	
Gemiddeld					
R+S	KAS volvelds		1,7	1,6	1,6
T+U	Urean in de rug		1,6	1,6	1,6
V+	Spuihoog in de rug				
W			1,7	1,6	1,6
	<i>LSD 5%</i>		<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	

F-prob. variantieanalyse

<i>Interactie met jaar</i>		<i>Gemiddeld over de twee jaren</i>	
Jaar * Bemesting	n.s.	Bemesting	<0,001
Jaar * Dosering	0,037	Dosering	0,093
Jaar * Bemestingsmethode	n.s.	Bemestingsmethode	n.s.
Jaar * Bemestingsmethode *	n.s.	Bemestingsmethode *	n.s.
Dosering		Dosering	

2.2.4 Stikstof- en fosfaatbenutting

Varkensdrijfmest

In tabel 14a is voor de VDM-toepassingen de stikstofterugwinningsindex weergegeven, die is berekend aan de hand van de N-opname in de knollen (gemiddeld over de twee doseringen). Het percentage teruggewonnen stikstof was in de proef van 2013 lager dan in die van 2012, maar dat gold ook voor de toepassing van kunstmeststikstof (tabel 14c). Uit vergelijking met de stikstofterugwinning bij volvelds bemesting met KAS zijn de werkingscoëfficiënten van de VDM-toepassing berekend, die zijn weergegeven in tabel 14b.

Hierbij is voor de VDM uitgegaan van de berekende index ten opzichte van het nulobject stikstof (C). De beste N-werking werd verkregen bij de VDM-rijenbemesting na poten. De VDM-rijenbemesting vóór poten gaf in de proef van 2013 een erg lage N-werking.

Tabel 14a. Terugwinning van stikstof – Varkensdrijfmest

	T.o.v. dubbelnulobject (A)			T.o.v. nulobject stikstof (C)		
	2012	2013	Gemiddeld	2012	2013	Gemiddeld
VDM volvelds vóór poten	45%	13%	29%	41%	18%	29%
VDM rijenbemesting vóór poten	46%	1%	24%	42%	6%	24%
VDM rijenbemesting na poten	52%	19%	35%	48%	24%	36%

Tabel 14b. Stikstofwerkingscoëfficiënt (NWC) – Varkensdrijfmest

	NWC		
	2012	2013	Gemiddeld
VDM volvelds vóór poten	0,68	0,51	0,59
VDM rijenbemesting vóór poten	0,70	0,13	0,42
VDM rijenbemesting na poten	0,80	0,70	0,75

Fosfaatbemesting

De terugwinningsindex van het toegediende fosfaat bedroeg gemiddeld 3% in de proef van 2012 en -3% in de proef van 2013. Gemiddeld over de beide jaren: 0%.

Stikstofbemesting

De terugwinningsindex van de toegediende stikstof is berekend ten opzichte van het nulobject stikstof (C) en weergegeven in tabel 14c (gemiddeld over de twee N-giften). Gemiddeld over de beide jaren was de terugwinningsindex bij toepassing van urean of spui loog in de rug gelijk en was deze bij KAS volvelds iets lager. Echter zoals is aangegeven in tabel 11c waren de verschillen in N-opname tussen de bemestingsmethoden niet significant en zijn derhalve de verschillen in terugwinningsindex ook niet significant.

Tabel 14c. Stikstofterugwinningsindex stikstof – Stikstofbemesting

	Terugwinning		
	2012	2013	Gemiddeld
KAS volvelds	60%	37%	48%
Urean in de rug	60%	45%	52%
Spui loog in de rug	56%	49%	52%

2.3 Bespreking

Varkensdrijfmest

Met ondersteuning van RTK-GPS bleek het goed mogelijk te zijn om de rijenbemesting met drijfmest in een aparte werkgang vóór poten uit te voeren, zodanig dat de mest recht onder de poters kwam te liggen (in 2012) of schuin eronder (in 2013). Wel gaf de diepere toediening met een bouwlandinjecteur meer grondverstoring dan de ondiepere volvelds toediening met een zodebemester (in de proef van 2013).

Rijenbemesting met VDM in aardappel vóór poten leidde echter niet tot een betere stikstof- en fosfaatbenutting en evenmin tot een hogere opbrengst dan volvelds toediening. In de proef van 2012 leek rijenbemesting bij de lagere mestdosering wel een wat betere N-benutting en opbrengst te geven, maar bij de hogere dosering een wat slechtere (niet significant). Mogelijk was er bij de hogere dosering in de rij in enige mate sprake van zoutschade. Ook de loofontwikkeling c.q. WDWI bleef iets achter.

In de proef van 2013 is de mest schuin onder de knollen geplaatst in plaats van recht eronder. Weliswaar werd nu geen nadelig effect op de loofontwikkeling waargenomen, maar de opbrengst en N-benutting waren lager dan bij volvelds bemesting vóór poten (niet significant).

Op basis van deze twee proeven lijkt rijenbemesting met VDM op kleigrond vóór poten geen perspectiefvolle methode om de stikstofbenutting in aardappel te verbeteren.

De VDM-rijtoepassing na poten daarentegen, gaf gemiddeld over de beide jaren wel een betere stikstofbenutting (n.s.) en fosfaatbenutting en een hogere knolopbrengst (n.s.) dan de volvelds toepassing vóór poten. Ook gaf het een wat hoger onderwatergewicht. De mest is na toediening in de proeven meteen bedekt met grond c.q. emissiearm toegediend.

In de proef van 2013 was opmerkelijk dat de knolopbrengst bij de hoge dosering VDM na poten niet hoger was dan bij de lage dosering. Dit was ook zichtbaar aan de loofontwikkeling in de zomer. Deze was aanvankelijk het beste van alle VDM-objecten, maar verslechterde later in de zomer. Een goede verklaring hiervoor ontbreekt, maar mogelijk heeft het met de hoogte van de gift te maken.

Een praktisch voordeel van toepassing van VDM na poten is dat de werkbare periode waarin de mest kan worden toegediend, langer is en er droge omstandigheden kunnen worden afgewacht voor de toediening om structuurschade te voorkomen.

Het in de ruggen aanbrengen van VDM na poten is derhalve een perspectiefvolle methode in aardappel op klei. Een belangrijk aandachtspunt voor de toedieningstechniek is ervoor te zorgen dat mest goed in de rug komt c.q. emissiearm wordt aangewend. Verder is de hoogte van de mestgift nog een punt van aandacht voor vervolgonderzoek.

Fosfaatbemesting

Er was in de proeven geen duidelijke reactie van het gewas op de fosfaatbemesting, noch

qua opbrengst, noch qua knolzetting, noch qua fosfaatopname, ondanks een niet-hoge fosfaattoestand van het proefveld (Pw) dan wel een (vrij) lage hoeveelheid direct beschikbaar fosfaat (P-PAE). Toch kon het gewas blijkbaar voldoende putten uit de bodemvoorraad fosfaat. De weersomstandigheden tijdens de groeiperiode van 2012 waren gunstig voor de beschikbaarheid van fosfaat. Het begin van het voorjaar was relatief warm, waardoor de grond snel zal zijn opgewarmd. Verder was het in voorjaar en de zomer aan de natte kant en bleef de bodem goed vochtig. In vochtige grond en bij hogere temperatuur is fosfaat beter beschikbaar voor het gewas dan in droge grond en bij lagere temperatuur. Het voorjaar van 2013 was aan de koude kant maar niet droog. De zomer was wel aan de droge kant. Toch kwam er ook dit jaar zonder fosfaatbemesting blijkbaar voldoende fosfaat beschikbaar vanuit de bodem

Door de afwezigheid van een duidelijk fosfaatreactie in deze proeven kan geen uitspraak worden gedaan over de effectiviteit van plaatsing van fosfaat en van het type meststof.

Stikstofbemesting

Gemiddeld over de beide jaren gaven rijtoediening in de rug met urean of spuihoog een zo goed als gelijke knolopbrengst en minsten zo goede stikstofbenutting als breedwerpige bemesting met KAS. Ook het onderwatergewicht was zo goed als gelijk. Breedwerpige, oppervlakkige toediening van ammoniummeststoffen als urean kan, met name op kalkrijke kleigronden met een hoge pH, tot wat meer ammoniakvervluchtigingsverlies leiden en daardoor een wat lagere N-werking dan KAS (Van Burg et al., 1982). In recent onderzoek werd de lagere N-werking van urean ten opzichte van KAS bij volvelds toediening nog eens bevestigd (Rutgers & Malda, 2010). Door de meststoffen in de grond te injecteren c.q. emissie-arm toe te dienen, is het vervluchtigingsverlies miniem en werd in deze proeven met urean een gelijkwaardig resultaat verkregen als met KAS. In een eerdere proef op zuidwestelijk zeelei gaf rijenbemesting met urean eveneens een gelijke N-benutting en knolopbrengst als breedwerpige bemesting met KAS (Slabbekoorn, 2012).

In de proef van 2012 leek enkel de spuihoogtoepassing bij de hogere dosering een wat lagere opbrengst en N-benutting te geven (niet significant). Wat hiervan de oorzaak is, is niet bekend. Meer verlies door ammoniakvervluchtiging is onwaarschijnlijk. Mogelijk is er sprake geweest van enige fytotoxiciteit. De toepassing van spuihoog in de rug had evenwel geen nadelig effect op het knolaantal. De hoogte van de N-gift bij injectie van spuihoog in de rug is nog een aandachtspunt bij vervolgonderzoek.

Opmerkelijk is dat de hoogte van de N-gift in tegenstelling tot de fosfaatgift wel effect had op het knolaantal: een wat hoger aantal bij de lagere N-gift dan bij de hogere N-gift. Ook bij de lagere VDM-gift was in de proef van 2012 het knolaantal wat hoger dan bij de hogere VDM-gift. Waarschijnlijk is dit ook een stikstofeffect geweest.

3 Rijenbemesting consumptieaardappel op zand met varkensdrijfmest en stikstof

3.1 Opzet en uitvoering

De proef met consumptieaardappelen werd beide jaren aangelegd op de proefboerderij Vredepeel te Vredepeel met het ras Fontane, in 2012 op perceel 41-45 en in 2013 op een perceel aan de Vredeweg (Figuur 9). De bodemvruchtbaarheidsgegevens zijn weergegeven in Tabel 15.

De proef is zoveel mogelijk volgens praktijkmethoden uitgevoerd. Details van de proefuitvoering staan in Bijlage IV.

Tabel 15. Resultaten van het algemeen grondmonster akkerbouw/tuinbouw uitgevoerd door het BLGG

Bepaling	Eenheid	2012	2013	Gem.*	Streeftraject
Stikstof-totaal	mg N/kg	1420	1050		
C/N-ratio		20	18	16	13 - 17
N-leverend vermogen	kg N/ha	49	38	54	93 - 147
Zwavel-totaal	mg S/kg	240	250		
C/S-ratio		118	74		50 - 75
S-leverend vermogen	kg S/ha	5	12	11	20 - 30
P-beschikbaar (P-PAE)	mg P/kg	2,2	4,4	6,4	1,3 - 2,6
P-voorraad (P-AI)	mg P ₂ O ₅ /100 g	54	62	72	30 - 46
P-nalevering		25	14		17-27
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	48	61		
K-beschikbaar (K-PAE)	mg K/kg	70	69		70-110
K-getal		15	17	18	
K-voorraad	mmol+/kg	2,1	1,6		1,0 - 1,9
Ca-beschikbaar	kg Ca/ha	204			100 - 150
Ca-totale bodemvoorraad	g Ca/ha	4075			2845 - 4270
Mg-beschikbaar	mg Mg/kg	148		76	49-82
Na-beschikbaar	mg Na/kg	< 6		7	49 - 77
Fysisch					
Zuurgraad	(pH)	5,4	5,6	5,3	5,6 - 6,1
Organische stof	%	4,9	3,2	3,0	
Lutum	%	< 1			
Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	70	70	74	> 53
Biologisch					
CEC-bezetting %		94		69	> 95
Bodemleven	mg N/kg	38			60 - 80



Figuur 9. De locatie van de bemestingsproef in 2013

3.2 Rijenbemesting met drijfmest

In beide jaren zijn dezelfde proeven uitgevoerd met 15 en 30 m³ drijfmest breedwerpig en als rijenbemesting. De volgende behandelingen zijn in de proef opgenomen: geen basisbemesting en geen bijbemesting (A), een volveldse basisbemesting met varkensdrijfmest van 15 (B) en 30 ton ha⁻¹ (C) en een basisbemesting gegeven als rijenbemesting met varkensdrijfmest 15 (D) en 30 ton ha⁻¹ (E, Tabel 16).

Tabel 16. Overzicht van de behandelingen in 2012 en 2013

Object	Code	Meststof	Toediening	Doseringen (ton/ha)	Totaal kg P ₂ O ₅ /ha	N-werkzaam kg/ha
A	Geen	Onbehandeld	-	-	0	0
B	VV15	Varkensdrijfmest	Volvelds	15	22	55
C	VV30	Varkensdrijfmest	Volvelds	30	44	110
D	VR15	Varkensdrijfmest	Rijenbemesting	15	22	55
E	VR30	Varkensdrijfmest	Rijenbemesting	30	44	110

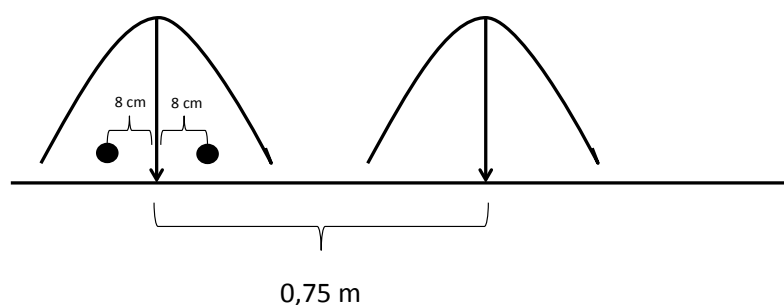
3.2.1 Drijfmesttoediening

2012

Op 2 april werd 15 en 30 ton varkensdrijfmest per ha volvelds toegediend, behandeling B en C. Voor de volveldse toediening werd gebruik gemaakt van bouwlandinjecteur van loonbedrijf Ploegmakers.

Op 6 april zijn alle veldjes geploegd met een vorenpakker. De diepte van de bewerking was 22 cm en de ploeg was uitgerust met ondergronders, 10 cm werkdiepte onder schaar.

Op 16 april werd de rijenbemesting toegediend, 15 en 30 ton varkensdrijfmest per ha, behandeling D en E. Voor de rijenbemesting werd gebruik gemaakt van de 6 meter brede bouwlandinjecteur van Evers Garanno uitgerust voor rijenbemesting. Waar de bemesting precies is aangebracht is vastgelegd met GPS. De drijfmest werd geïnjecteerd via twee injectietanden op 8 cm afstand aan weerszijden van de toekomstige aardappelrij (Figuur 10). Na het aanbrengen van de drijfmest zijn de veldjes met een vaste tandcultivator ondiep bewerkt (tot 10 cm) om sporen van de injecteur te egaliseren. Met de mestgift van 15 en 30 ton per ha werd respectievelijk 68 en 135 kg N/ha aangevoerd waarvan 55 respectievelijk 110 kg N/ha werkzaam is. Met deze mestgift werd 22 respectievelijk 45 kg fosfaat/ha aangevoerd (zie Bijlage V voor de samenstelling van de mest). Het poten op 17 april is met behulp van GPS uitgevoerd. Daarbij werden de aardappelen bij behandelingen D en E tussen de rijen mest gepoot.



Figuur 10. Schematisch overzicht van de aangebrachte drijfmest op de rij

2013

De drijfmest is op dezelfde wijze toegediend als in 2012. Op 4 april 2013 werd 15 en 30 ton varkensdrijfmest per ha volvelds toegediend, behandeling B en C. Voor de volveldse toediening werd gebruik gemaakt van bouwlandinjecteur van loonbedrijf Ploegmakers. Op 9 april zijn alle veldjes geploegd met een vorenpakker. De diepte van de bewerking was 22 cm en de ploeg was uitgerust met ondergronders, 10 cm werkdiepte onder schaar.

Op 10 april werd de rijenbemesting toegediend, 15 en 30 ton varkensdrijfmest per ha, behandeling D en E. Voor de rijenbemesting werd gebruik gemaakt van de 6 meter brede bouwlandinjecteur van Evers Garanno uitgerust voor rijenbemesting. Waar de bemesting precies is aangebracht is vastgelegd met GPS. De drijfmest werd geïnjecteerd via twee injectietanden op 8 cm afstand aan weerszijden van de toekomstige aardappelrij (Figuur 10). Na het aanbrengen van de drijfmest zijn de veldjes met een vaste tandcultivator ondiep bewerkt (tot 10 cm) om sporen van de injecteur te egaliseren. Met de mestgift van 15 en 30 ton per ha werd respectievelijk 72 en 143 kg N/ha aangevoerd waarvan 55 respectievelijk 110 kg N/ha werkzaam is. Met deze mestgift werd 22 respectievelijk 43 kg fosfaat/ha aangevoerd (zie Bijlage V voor de samenstelling van de mest).

Het poten op 18 april is met behulp van GPS uitgevoerd. Daarbij werden de aardappelen bij behandelingen D en E tussen de rijen mest gepoot.

3.2.2 Bijbemesting

De bijbemesting is in beide jaren niet gegeven omdat zo de verschillen tussen de volveldse toediening en de rijenbemesting maximaal naar voren komen en niet gemaskeerd worden door een bijbemesting.

3.2.3 Waarnemingen

2012

De mate van precisie van de aangebrachte rijenbemesting is twee maal geëvalueerd met het GPS-systeem, de Topcon HiPer met RTK correctie (06-GPS). Op 18 april is vastgesteld waar de mest precies was neergelegd en op 25 april is geëvalueerd waar de aardappels waren gepoot ten opzichte van het midden van de aangebrachte rij mest.

De gewasgroei is gemonitord met een beoordeling van de gewasstand (schaal 0-10) op 15 juni en door op zes tijdstippen de gewasreflectie te meten met de cropscan, 13 en 20 juni, 2 juli en 21 en 28 augustus. De cropscanmeting is een maat voor de bodembedekking of de hoeveelheid biomassa die op het veld staat en de N-opname wordt met deze meting berekend.

Op 11 oktober is de eind oogst uitgevoerd. De aardappelen zijn gesorteerd in de volgende maatsortering: <40 mm, 40-50 mm, 50-70 mm en >70 mm. Tevens zijn van deze maatsorteringen het aantal aardappelen geteld. Verder is het gewicht van de aardappelen, het aantal groene, rotte en het aantal met groeischeuten vastgesteld. Het totale veldgewicht is berekend als het totaal van de opbrengsten per maatsortering. Ook het totaal aantal knollen per ha is berekend. Een droge stof analyse is uitgevoerd van het totale veldgewicht en de nutriëntensamenstelling is van het veldgewicht bepaald.

2013

De mate van precisie van de aangebrachte rijenbemesting is twee maal geëvalueerd met het GPS-systeem, de Topcon HiPer met RTK correctie (06-GPS). Op 10 april is vastgesteld waar de mest precies was neergelegd en op 18 april is geëvalueerd waar de aardappels waren gepoot ten opzichte van het midden van de aangebrachte rij mest.

Op 9 september is het gewas doodgespoten en op 25 september is de eind oogst uitgevoerd. De aardappelen zijn gesorteerd in de volgende maatsortering: < 40 mm, 40-50 mm, 50-70 mm en >70 mm. Tevens zijn van deze maatsorteringen het aantal aardappelen geteld. Verder is het gewicht van de aardappelen, het aantal groene, rotte en het aantal met groeischeuten vastgesteld. Het totale veldgewicht is berekend als het totaal van de opbrengsten per maatsortering. Ook het totaal aantal knollen per ha is berekend. Een droge stof analyse is uitgevoerd van het totale veldgewicht en de nutriëntensamenstelling is van het veldgewicht bepaald.

3.3 Rijenbemesting met stikstof

Er zijn 11 verschillende behandelingen in de proef opgenomen (Tabel 17). De basisbemesting bestond uit een volveldse gift van 15 ton varkensdrijfmest per ha, waarmee een basisgift van 68 kg N/ha (2012) en 72 kg N/ha (2013) werd gegeven en waarvan 55 kg N/ha werkzaam was. De basisbemesting is uitgevoerd op 2 april 2012 en 4 april 2013 voor planten (Bijlage VI). Direct na planten zijn de behandelingen uitgevoerd: Urean is op 17 april toegediend; ammoniumnitraat, mineralenconcentraat, spuihoog en de breedwerpige gift met KAS op 18 april. De vloeibare meststoffen, (ammoniumnitraat, Urean, mineralenconcentraat en spuihoog) zijn met de injecteur in de rug geplaatst. Bij de dosering van 50 kg N/ha is de gift aan 1 kant in de rug gebracht, bij 100 kg N/ha is de gift aan beide zijden van de rug aangebracht, 50 kg/ha per zijde. Bij de lage dosering heeft de injecteur aan de niet bemeste zijde van de rug wel een sleuf getrokken. Mogelijke verschillen kunnen hierdoor niet toegeschreven worden aan het eenzijdig doorklieven van de aardappelrug. De samenstelling van spuihoog staat in Bijlage V.

Tabel 17. Overzicht van de behandelingen in de proef rijenbemesting met stikstof in 2012 en 2013. De basisbemesting bedroeg 15 ton/ha varkensdrijfmest bij alle behandelingen

Behandeling	Code	Meststof en methode	Dosering	N-gift (kg/ha)
A	Geen bijbemesting	-	-	0
B	Kas50	KAS volvelds	185 kg/ha	50
C	Kas100	KAS volvelds	370 kg/ha	100
D	AmNi50	Ammoniumnitraat in de rij	225 L/ha	50
E	AmNi100	Ammoniumnitraat in de rij	450 L/ha	100
F	Ur50	Urean in de rij	128 L/ha	50
G	Ur100	Urean in de rij	256 L/ha	100
H	Min50	Mineralenconcentraat in de rij	5 ton/ha	50
I	Min100	Mineralenconcentraat in de rij	10 ton/ha	100
J	Spui50	Spuiwater in de rij	900 L/ha	50
K	Spui100	Spuiwater in de rij	1.800 L/ha	100

3.3.1 Waarnemingen

2012

De gewasgroei is gemonitord met een beoordeling van de gewasstand (schaal 0-10) op 15 juni en door op zes tijdstippen de gewasreflectie te meten met cropsan, 13 en 20 juni, 2 juli en 21 en 28 augustus. De cropsanmeting is een maat voor de bodembedekking, de hoeveelheid biomassa die op het veld staat en ook de N-opname wordt met deze meting

berekend.

Op 11 oktober is de eind oogst uitgevoerd. De aardappelen zijn gesorteerd in de volgende maatsorteringen: < 40 mm, 40 -50 mm, 50-70 mm en >70 mm. Tevens is van deze maatsorteringen het aantal aardappelen geteld. Verder is het gewicht van de aardappelen, het aantal groene, rotte en het aantal met groeischeuten vastgesteld. Het totale veldgewicht is berekend als het totaal van de opbrengsten per maatsortering. Ook het totaal aantal knollen per ha is berekend. Een droge stof analyse is uitgevoerd van het totale veldgewicht en de nutriëntensamenstelling is van het veldgewicht bepaald.

2013

De opkomst van het gewas is visueel waargenomen. Op 20 juni is de gewasreflectie met cropscaan gemeten. De cropscaanmeting is een maat voor de bodembedekking, de hoeveelheid biomassa die op het veld staat en de N-opname. De laatste wordt met deze meting berekend.

Op 9 september is het gewas doodgespoten en op 25 september is de eind oogst uitgevoerd. De aardappelen zijn op 29 september gesorteerd in de volgende maatsorteringen: < 40 mm, 40 -50 mm, 50-70 mm en >70 mm. Tevens is van deze maatsorteringen het aantal aardappelen geteld. Verder is het gewicht en het aantal groene, rotte aardappelen en met groeischeuten vastgesteld. Een droge stof analyse is uitgevoerd en de nutriëntensamenstelling is bepaald.

Het totale veldgewicht is berekend als het totaal van de opbrengsten per maatsortering. Ook het totaal aantal knollen per ha is berekend.

De N-recovery (N_{rec} , N-opname efficiency) is berekend als de N-opname van de desbetreffende behandeling (N_{opBeh}) minus de N-opname van behandeling A (N_{opA}) gedeeld door de N-gift (bemesting):

$$N_{rec} = \frac{N_{opBeh} - N_{opA}}{N_{gift}} * 100\%.$$

Bij de proeven met de basisbemesting breedwerpig of op de rij is de bemesting de drijfmestgift. Bij de proeven met de bijbemesting breedwerpig of op de rij is de bemesting alleen de gift van de bijbemesting. Hiermee wordt dan alleen de recovery van de N-gift van de bijbemesting berekend omdat ook behandeling A de basisbemesting van 72 kg N/ha heeft ontvangen.

3.3.2 Statistische evaluatie

De gegevens zijn geanalyseerd door een variantieanalyse uit te voeren voor alle behandelingen met het statistische programma Genstat 15 editie. Daarna is een regressieanalyse uitgevoerd waarbij gekeken is of de toename als gevolg van de oplopende N-gift tussen de producten verschilde van de volveldse toegediende KAS. Hierbij is

aangenomen dat in dit traject van de N-gift de toename lineair is. Tevens is een contrastanalyse uitgevoerd. De volgende contrasten zijn bekeken: volveldse toediening versus rijenbemesting, bemestingsniveau samen genomen, en per bijmestniveau (50 of 100 kg N/ha).

3.4 Resultaten

3.4.1 Weersverloop

2012

Het jaar 2012 kende een koude periode in februari maar gedurende maart en april waren de temperatuur en neerslag redelijk in overeenstemming met langjarige gemiddelde temperaturen (Bijlage III). April was iets aan de koele en natte kant. Het planten is in april wegens een grote bui en daardoor te natte omstandigheden, een week verplaatst maar is binnen normale grenzen van een teelt uitgevoerd.

2013

Het voorjaar in 2013 was koel en in mei viel er flink wat regen (Bijlage III). Begin juni was er een droge periode met hoge temperaturen. Het begin van de zomer was daarentegen koel maar augustus was normaal. September kende een paar grote buien.

3.4.2 Resultaten rijenbemesting met drijfmest

3.4.2.1 De behandelingen

2012

In 2012 bedroeg de gemiddelde beoogde afstand tussen aardappelrug en mestrij 8 cm (Figuur 10). De gemiddelde gemeten afstand van de rug ten opzichte van de aangebrachte mestrij bedroeg 5,9 cm. Dit betekent dat de aardappels aan de ene kant dichterbij de mest liggen (op 5,9 cm i.p.v. 8 cm) maar aan de andere kant verder weg liggen (10,1 cm i.p.v. 8 cm). De kleinste gemeten afstand tussen mestrij en aardappelrug bedroeg 1,9 cm (aan de andere kant is de afstand dan $16 - 1,9 = 14,1$), en de grootste gemeten afstand bedroeg 12 cm (aan de andere kant is de afstand dan $16 - 12 = 4$).

2013

In 2013 bedroeg de gemiddelde beoogde afstand tussen aardappelrug en mestrij 8 cm (Figuur 10). De gemiddelde gemeten afstand van de rug ten opzichte van de aangebrachte mestrij bedroeg 6,1 cm. Dit betekent dat de aardappels aan de ene kant dichterbij de mest liggen (op 6,1 cm i.p.v. 8 cm) maar aan de andere kant verder weg liggen (9,9 cm i.p.v. 8 cm). De kleinste gemeten afstand tussen mestrij en aardappelrug bedroeg 1,5 cm (aan de andere kant is de afstand dan $16 - 1,5 = 14,5$), en de grootste gemeten afstand bedroeg 9,1 cm (aan de andere kant is de afstand dan $16 - 9,1 = 6,9$ cm).

3.4.2.2 Gewasgroei en cropscan

2012

De gewasstand voor de behandeling zonder basisbemesting (A) bleef in 2012 achter t.o.v de behandelingen met de basisbemesting (Tabel 18). De verschillen in gewasstand tussen de behandelingen met een basisbemesting zijn klein. Ook de geschatte grondbedekking verschilde sterk tussen de behandelingen met een basisbemesting en de behandeling zonder basisbemesting. Hier komt ook een verschil tussen de dosering van 15 of 30 ton/ha naar voren: de hoogste dosering heeft de hoogste grondbedekking.

Tabel 18. Gemiddelde stand op 15 juni 2012, % grondbedekking loof (visuele schatting) en de standaardafwijking (stdev) op 15 juni 2012

Behandeling	Code	Stand	Stdev	% Bedekking	stdev
A	Geen	4,5	0,41	45,0	4,1
B	VV15	6,1	0,25	77,0	11,1
C	VV30	7,0	0,00	88,8	8,5
D	VR15	6,3	0,29	78,8	8,7
E	VR30	7,4	0,63	90,8	25,1

Bij de cropscanmeting kwam hetzelfde beeld naar voren als bij de visuele behoordeling: de bedekking van behandeling A bleef achter bij de overige behandelingen (Tabel 19). In juli, bij het sluiten van het gewas, bleef dit verschil bestaan. Ook de dosering kwam naar voren. Behandeling B en D (15 ton /ha) hadden een lagere grondbedekking van de behandelingen C en E (30 ton/ha).

De N-opname nam toe gedurende het groeiseizoen maar ook hier bleef behandeling A achter bij de overige behandelingen (Tabel 19). Ook was de N-opname van behandelingen B en D lager dan van de behandelingen C en D.

Tabel 19. De gemeten percentage grondbedekking met cropscan en de berekende N-opname op de verschillende tijdstippen in 2012 voor de verschillende behandelingen A t/m E (voor codering zie Tabel 16)

	Grondbedekking (%)					N-opname (kg/ha)				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
13-Jun-12	48	69	77	68	77	53	73	81	72	80
20-Jun-12	54	79	87	79	92	59	82	99	83	117
2-Jul-12	63	85	92	85	97	67	93	113	94	133
21-Aug-12	18	23	32	21	32					
28-Aug-12	9	11	18	10	18					

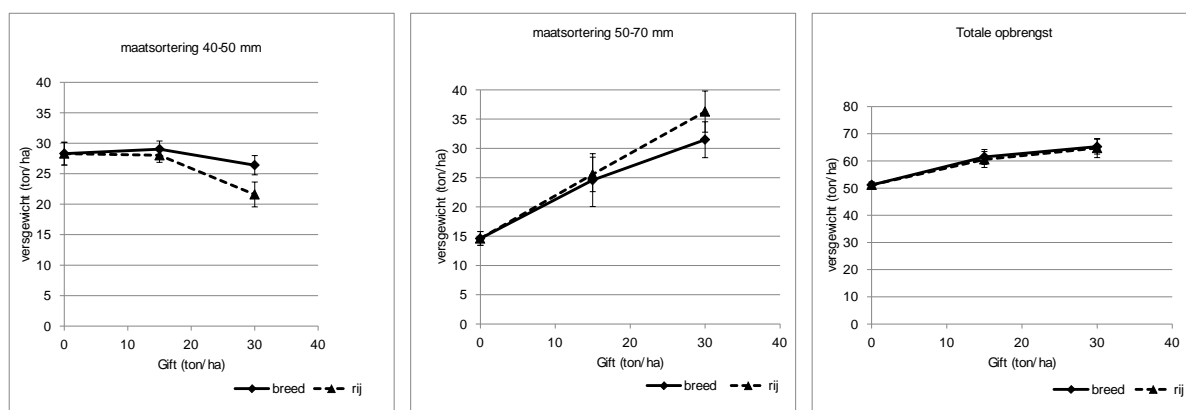
2013

In 2013 zijn bij de rijenbemesting met drijfmest geen cropscanmetingen uitgevoerd.

3.4.2.3 Opbrengst en kwaliteit

2012

Het beeld is dat behandeling A achter blijft in opbrengst (Figuur 11, midden en links). Ook komt duidelijk naar voren dat de hoge dosering (behandeling C en E, 30 ton/ha) een hogere veldopbrengst heeft in de maatsortering 50-70 mm, dan behandelingen met een lage mestdosering (behandelingen B en D, 15 ton/ha). Dit komt duidelijk naar voren bij de rijtoediening en de volveldse toediening (vergelijk gestippelde en doorgetrokken lijn in Figuur 11 midden). De totale veldopbrengst neemt toe met de mestgift maar een effect van de toediening volvelds of 'op de rij' is er niet (Tabel 21).



Figuur 11. De veldopbrengst van de maatsortering 40-50 mm (links), 50-70 mm (midden) en de totale veldopbrengst (rechts) van de aardappelen bij geen, 15 of 30 ton drijfmest volvelds (doorgetrokken lijn, respectievelijk behandeling B en C) of op de rij (gestippelde lijn, respectievelijk behandeling D en E)

Tabel 20. Veldopbrengst (ton/ha) en aantal knollen (*1000/ha) in de klasse 40-50 mm, 50-70 mm en >70 mm en de statistische verschillen in 2012

		40-50 mm		50-70 mm		> 70 mm	
Beh	Code	Veldopbrengst	Aantal	Veldopbrengst	Aantal	Veldopbrengst	Aantal
A	Geen	28	cb	14,6	a	0,0	0,0
B	VV15	29	c	24,6	b	0,2	1,0
C	VV30	26	b	31,5	c	0,0	0,0
D	VR15	28	bc	25,6	b	0,1	0,5
E	VR30	21,6	a	36,3	d	0,6	2,75
LSD		2,6	33	4,3	116	n.s.	1,8

Het aantal knollen in de maatsortering 50-70 mm neemt duidelijk toe bij de rijenbemesting (Tabel 20), zowel bij de lage als de hoge dosering drijfmest.

Het onderwatergewicht is bij de hoogste dosering rijenbemesting lager dan bij de overige behandelingen (Tabel 21). Dit hoeft nog niet te betekenen dat het saldo minder is, omdat de hoeveelheid product hier een rol een speelt.

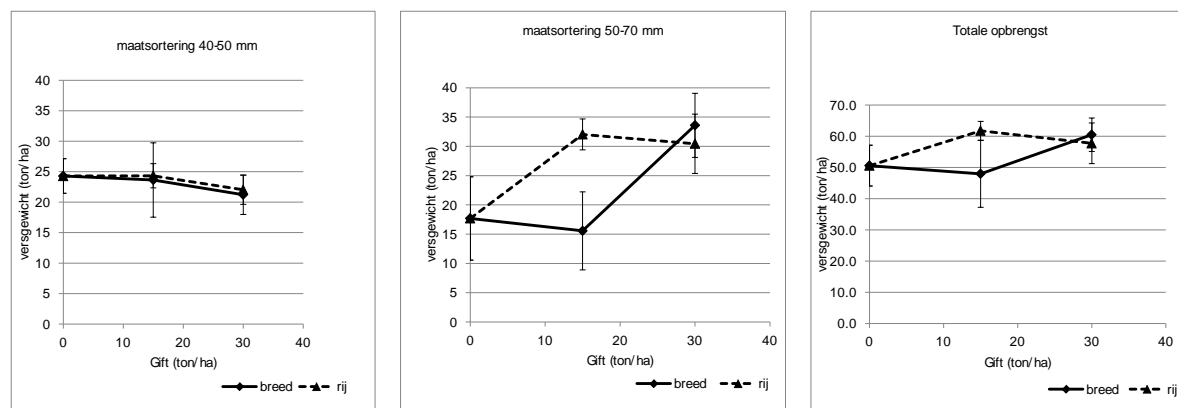
De stikstofopname varieerde van 99 tot 166 kg N/ha (Tabel 21). De onbemeste behandeling (A) blijft in vergelijking met de bemeste behandelingen achter. Een effect van de dosering is duidelijk aanwezig. Een effect van de toedieningstechniek is er niet. De recovery van stikstof verschilt niet tussen de behandelingen.

Tabel 21. De totale veldopbrengst (ton/ha) en het totaal aantal knollen per ha, het onderwatergewicht (OWG, g) en de N- en P-opname (kg/ha) en de statistische verwerking in 2012

Behandeling	Cod	Totaal		Totaal		OWG (g)	N-opname		P-opname		Recovery %
		Veldopbrengst		Aantal							
A	Geen	51	a	807	445	c	99	a	25	a	
	VV1										
B	5	62	b	828	428	b	134	b	27	bc	52
	VV3										
C	0	65	c	836	423	b	166	c	28	c	50
D	VR15	61	b	798	428	b	129	b	26	b	44
E	VR30	65	c	772	409	a	165	c	27	b	49
LDS (5%)		2,8		n.s.	12		14		1,4		n.s.

2013

Bij de maatsortering 40–50 mm hebben de behandelingen geen effect (Figuur 12, links). Bij de maatsortering 50–70 mm heeft een bemesting met 15 ton drijfmest alleen effect op de opbrengst als deze als rijenbemesting wordt toegediend (Figuur 12, midden en rechts). Een hogere bemesting, volvelds of als rijenbemesting, verhoogt de opbrengst in deze maatsortering niet verder. Het aantal knollen is bij de maatsortering 50-70 mm bij de hoogste bemestingstrap en 15 ton drijfmest/ha als rijenbemesting hoger dan bij de onbemeste behandeling (A) en de volveldse toediening van 15 ton drijfmest per ha. Er zijn geen verschillen in de maatsortering > 70 mm.



Figuur 12. De veldopbrengst van de maatsortering 40-50 mm (links), 50-70 mm (midden) en de totale veldopbrengst (rechts) van de aardappelen bij geen, 15 of 30 ton drijfmest volvelds (doorgetrokken lijn, respectievelijk behandeling B en C) of op de rij (gestippelde lijn,

respectievelijk behandeling D en E)

Tabel 22. Veldopbrengst (ton/ha) en aantal knollen (*1000/ha) in de klasse 40-50 mm, 50-70 mm en > 70 mm en de statistische verschillen in 2013

Beh	Code	40-50 mm		50-70 mm		> 70 mm			
		Veldopbrengst	Aantal	Veldopbrengst	Aantal	Veldopbrengst	Aantal		
A	Geen	24	355	18	b	149	b	0,11	0,48
B	VV15	24	350	16	b	130	b	0,00	0,00
C	VV30	21	290	34	a	251	a	0,41	1,11
D	VR15	24	340	32	a	254	a	0,26	0,79
E	VR30	22	302	30	a	234	a	0,28	0,79
LSD		n.s.	n.s.	7		55		n.s.	n.s.

De totale veldopbrengst laat hetzelfde beeld zien als de maatsortering 50-70 mm: de totale veldopbrengst van de behandelingen zonder bemesting en de volveldse toediening van 15 ton drijfmest/ha zijn lager dan de overige behandelingen (Tabel 22). Het totaal aantal knollen verschilt niet tussen de behandelingen. Het onderwatergewicht is daarentegen bij de behandelingen zonder mest en 15 ton /ha breedwerpig is hoger dan bij de overige behandelingen (Tabel 23). Dit resulteert niet automatisch in een hogere financiële opbrengst omdat de financiële opbrengst zowel afhangt van het onderwatergewicht als de totale opbrengst.

Tabel 23. De totale veldopbrengst (ton/ha), het totaal aantal knollen per ha, het onderwatergewicht (OWG, g) en de N- en P-opname (kg/ha) en de statistische verwerking in 2013

Behandelin g	Code	Totaal		Totaal OWG (g)	N-opname		P-opname		Recovery %		
		Veldopbrengst	Aantal		(kg/ha)	(kg/ha)					
A	Geen	51	bc	809	394	ab	85	c	22	-	
B	VV15	48	c	785	408	a	83	c	22	-2	c
C	VV30	60	a	750	373	c	151	a	23	49	ab
D	VR15	62	a	790	383	bc	128	b	26	63	a
E	VR30	58	ab	728	392	b	140	ab	23	41	b
LDS (5%)		8,7		n.s.	15,5				n.s.	17,6	

De N-opname neemt toe bij een hogere bemesting (Tabel 23). Uit de tabel komt naar voren dat de volveldse bemesting met drijfmest met 15 ton/ha (B) een even hoge N-opname heeft als de niet bemeste behandeling (A). De recovery van de stikstof is daardoor bij behandeling B erg laag. De recovery is bij de rijenbemesting met 15 ton/ha (D) het hoogste, 63% en even hoog als de recovery bij 30 ton/ha breedwerpig (C). De opname van fosfor (P) verschilt niet tussen de behandelingen.

3.4.3 Resultaten rijenbemesting met stikstof

3.4.3.1 Gewasgroei en cropscaan

2012

De gewasstand op 15 juni van de behandeling zonder bijbemesting bleef iets achter in vergelijking met de andere behandelingen (Tabel 24). Ook de grondbedekking bij behandeling A was lager dan bij de overige behandelingen en de grote spreiding geeft aan dat de grondbedekking sterk verschilde tussen de herhalingen.

Tabel 24. Gemiddelde stand op 15 juni, % grondbedekking loof (visueel) en de standaardafwijking in 2012

Behandeling	Code	Stand	StdDev	% Bedekking	StdDev
A	Geen rijenbemesting	5,6	0,63	71	21,4
B	Kas50	6,4	0,25	84	16,0
C	Kas100	7,5	0,71	95	6,9
D	AmNi50	7,5	0,71	92	8,5
E	AmNi100	7,8	0,29	95	6,5
F	Ur50	7,0	0,41	91	6,3
G	Ur100	7,9	0,85	96	4,3
H	Min50	6,8	0,29	93	9,6
I	Min100	7,6	0,63	95	6,7
J	Spui50	7,0	0,71	86	6,3
K	Spui100	8,3	0,65	97	4,4

De metingen met cropscaan bevestigen het beeld van de visuele waarneming van half juni (Tabel 25). Ook later in het groeiseizoen blijft de grondbedekking bij behandeling A achter in vergelijking met de andere behandelingen. Een volledige grondbedekking wordt niet gehaald en blijft steken op 71%. De toename van de grondbedekking bij de andere behandelingen verschilde weinig. Alleen de behandeling met 100 kg Spui loog stierf langzamer af dan de overige behandelingen.

Tabel 25. De gemeten percentages grondbedekking met cropscaan en de berekende N-opname op de verschillende tijdstippen in 2012

Datum	Grondbedekking (%)										
	Geen rijenbemesting	Kas50	Kas100	AmNi50	AmNi100	Ur50	Ur100	Min50	Min100	Spui50	Spui100
13-Jun-12	52	65	80	69	71	64	70	73	70	66	73
20-Jun-12	60	78	91	80	86	74	83	84	83	73	87
2-Jul-12	71	85	94	89	94	83	93	86	91	86	96
21-Aug-12	20	22	26	23	30	21	27	19	24	22	36
28-Aug-12	11	11	14	11	17	10	16	10	13	12	24

De stikstofopname van de onbemeste behandeling bleef in navolging van de

grondbedekking achter in vergelijking met de bemeste behandelingen (Tabel 26). Verschillen tussen de bemeste behandelingen werden goed zichtbaar bij het sluiten van het gewas op 2 juli. De behandelingen met 50 kg N/ha hadden een lagere N-inhoud dan de behandelingen met 100 kg N/ha.

Tabel 26. De berekende N-opname met de cropscan metingen op de verschillende tijdstippen in 2012

Datum	N-opname (kg/ha)										
	Geen	Kas50	Kas100	AmNi50	AmNi100	Ur50	Ur100	Min50	Min100	Spui50	Spui100
13-Jun-12	56	69	86	73	75	70	76	82	73	71	76
20-Jun-12	65	85	113	91	99	85	100	102	100	81	107
2-Jul-12	78	93	123	108	123	93	118	106	114	100	129

2013

Het gewas kwam op 24 mei op.

De metingen met cropscan laten zien dat het gewas nagenoeg een volledige grondbedekking heeft bereikt op 20 juni (Tabel 27). De berekende stikstof inhoud varieerde op die datum van 121 kg per ha voor de niet-bijbemeste behandeling (A) tot 150 kg N per ha voor de behandeling bijbemest met Ammonium nitraat met 100 kg N/ha (E). In vergelijking met de volveldse KAS toediening van 100 kg N/ha geeft een rijtoediening met AmNi100 een hogere grondbedekking en N opname.

Tabel 27. De gemeten percentages grondbedekking met cropscan en de berekende N-opname op 20 juni 2013

Behandeling	Code	% grondbedekking		N-opname (kg/ha)	
A	Geen bijbemesting	94	d	121	d
B	Kas50	95	cd	127	cd
C	Kas100	97	bcd	134	bcd
D	AmNi50	95	cd	127	cd
E	AmNi100	102	a	150	a
F	Ur50	97	bcd	134	bcd
G	Ur100	100	ab	142	abc
H	Min50	99	abc	141	abc
I	Min100	99	abc	139	abc
J	Spui50	99	abc	138	abc
K	Spui100	101	ab	146	ab
LSD		4,3		15,4	
Gemiddelde		98		136	

3.4.3.2 Opbrengst en kwaliteit

2012

De resultaten van de eind oogst staan in Tabel 28. In de tabel is tevens de LSD aangegeven. Samenvattend komt uit de tabel naar voren dat behandeling A achter blijft in vergelijking met de bemeste behandelingen, terwijl behandeling C (KAS volvelds), het hoogste veldgewicht heeft. Het OWG heeft een tegengesteld patroon, bij een laag veldgewicht is het OWG hoger dan bij een hoog veldgewicht. Het gewicht per knol neemt toe bij een hogere N-gift.

Uit de contrastanalyse tussen een N-gift van 100 kg N/ha volvelds en de behandelingen van 100 kg N/ha via rijenbemesting komt naar voren dat de knollen bij rijenbemesting zwaarder zijn dan bij volveldse bemesting. De recovery van stikstof in de knollen neemt toe als 50 kg N/ha via rijenbemesting wordt gegeven bij behandelingen D (AmNi) en J (Spui).

Tabel 28. Veldgewicht (ton/ha), onderwatergewicht (OWG, g), N-opname (kg/ha) en P-opname (kg/ha), de recovery van de stikstof in de knollen (R, %), het gewicht per knol en de LSD bij 5% overschrijdingskans in 2012

Beh	Code	Veldgewicht		OWG		N-opname		P-opname	R	g/knol	
	Geen										
A	bijbemesting	55	a	450	a	119	a	26	-	68,7	a
B	Kas50	58	ab	447	ab	130	ab	27	22	a	72,3 abc
C	Kas100	64	bc	439	abc	168	bc	28	49	ab	74,7 bc
D	AmNi50	60	bcd	442	bcd	144	bc	26	51	ab	71,7 ab
E	AmNi100	61	bcd	440	bcd	168	c	27	49	ab	81,4 ef
F	Ur50	57	bcde	450	bcd	136	cd	26	34	bc	71,7 ab
G	Ur100	60	cde	436	bcd	169	d	28	50	bc	76,4 cd
H	Min50	59	cde	434	cd	137	e	28	38	bc	73,9 bc
I	Min100	62	def	422	cd	156	e	28	37	bc	81,4 ef
J	Spui50	59	ef	446	d	145	e	28	52	bc	79,4 de
K	Spui100	63	f	429	d	181	f	27	62	c	85,0 f
LSD (5%)		3,1		14		11,9		n.s.	18,4 ^a	4,2	

^a p = 0.051

Het totale veldgewicht neemt toe bij een toenemende N-gift (Tabel 29). De toename is bijna 10 ton vers/ha per kg N afkomstig uit KAS volvelds. De toename bij de overige producten is vergelijkbaar, alleen de toename bij Urean blijft achter en is ongeveer 5 ton per kg N.

Tabel 29. Effecten van de N-gift per mestproduct (Gift, kg/ha) op het veldgewicht (ton vers/ha) in de maatsortering 40-50 mm, 50-70 mm en totaal veldgewicht, en de hellingshoek van de lineaire toename bij een toenemende N-gift (ton vers/kg N) in 2012

Maatsortering	Product	Gift						LSD	Hellingshoek	R ²	
		0	50	100							
40-50 mm	Kas	28	a ^a	30	a	31	a	4,812	0,0305	a ^b	40
	AmNi	28	a	30	a	25	a		-0,0288	a	
	Urean	28	a	29	a	26	a		-0,0203	a	
	Min	28	b	27	b	22	a		-0,0613	b	
	Spui	28	b	26	b	20	a		-0,0835	b	
50-70 mm	Kas	18	a	20	a	25	b	3,943	0,063	a	78
	AmNi	18	a	20	a	28	b		0,092	a	
	Urean	18	a	18	a	25	b		0,0657	a	
	Min	18	a	24	b	33	c		0,1425	b	
	Spui	18	a	26	b	35	c		0,167	b	
Totaal veldgewicht	Kas	55	a	58	b	64	c	3,56	0,0974	a ^c	70
	AmNi	55	a	60	b	61	b		0,063	a	
	Urean	55	a	57	b	60	b		0,0536	b	
	Min	55	a	59	b	62	b		0,0719	a	
	Spui	55	a	59	b	63	c		0,0804	a	

^a Verschillende letters in de rij geven een significant verschil aan bij 5% overschrijdingskans

^b Verschillende letters in de kolom geven aan dat de hellingshoek significant verschilt van de hellingshoek bij KAS volvelds.

^c Getoetst bij 10% overschrijdingskans

Het aantal knollen in de maatsortering 40-50 mm neemt af bij ammoniumnitraat, mineralenconcentraat en spuihoog in vergelijking met KAS volvelds en Urean (Tabel 30, negatieve hellingshoek). In de maatsortering 50-70 mm neemt het aantal knollen bij mineralenconcentraat en spuihoog juist toe en deze toename is hoger dan bij KAS volvelds, AmNi en Urean. Het totaal aantal knollen per ha neemt bij KAS volvelds en Urean toe of blijft gelijk bij een toenemende N-gift, terwijl dit bij de andere behandelingen juist afneemt. Echter, het verband tussen totaal aantal knollen per ha en de N-gift is laag, 33%.

Tabel 30. Effecten van de N-gift per mestproduct (Gift, kg/ha) op het aantal knollen (*1000) per ha in de maatsortering 40-50 mm, 50-70 mm en het totaal aantal knollen en de hellingshoek van de lineaire toename bij een toenemende N-gift (aantal knollen/kg N) in 2012

Maatsortering	Product	Gift						LSD	hellingshoek	R ²	
		0	50	100							
40-50 mm	Kas	362	a ^a	363	a	376	a	53,45	0,132	a ^b	53
	AmNi	362	b	361	b	296	a		-0,665	b	
	Urean	362	a	360	a	316	a		-0,466	a	
	Min	362	b	333	b	271	a		-0,918	b	

	Spui	362	b	316	b	241	a		-1,21	b	
50-70 mm	Kas	139	a	149	a	177	b	27,7	0,379	a	70
	AmNi	139	a	144	a	185	b		0,452	a	
	Urean	139	a	129	b	168	b		0,282	a	
	Min	139	a	174	b	222	c		0,83	b	
	SpuiL	139	a	177	b	232	c		0,93	b	
Totaal aantal knollen	Kas	798	a	803	a	863	b	120,8	0,646	a	33
	AmNi	798	ab	832	b	750	a		-0,483	b	
	Urean	798	a	791	a	788	a		-0,104	a	
	Min	798	a	799	a	761	a		-0,369	b	
	SpuiL	798	b	750	ab	739	a		-0,594	b	

^a Verschillende letters in de rij geven een significant verschil aan bij 5% overschrijdingskans.

^b Verschillende letters in de kolom geven aan dat de hellingshoek significant verschilt van de hellingshoek bij KAS volvelds.

2013

De resultaten van de eind oogst staan in Tabel 31 en Tabel 32. In de tabel is tevens de LSD aangegeven. Samenvattend komt uit Tabel 31 naar voren dat behandeling A het hoogste veldgewicht heeft in de lage maatsortering 40-50 mm met het grootste aantal knollen, en het laagste veldgewicht in de hogere maatsortering 50-70 mm. De hoge dosering bijbemesten geeft een hoger veldgewicht in de maatsortering 50-70 mm bij alle producten behalve Urean. Het aantal knollen in deze maatsortering is bij alle behandelingen gelijk. Het gewicht per knol is alleen bij de toediening van Spui loog 100 kg N/ha (K) hoger dan bij de niet-bijbemeste behandeling (A) en mineralenconcentraat 50 kg N/ha (H). Of de bijbemesting met 50 kg N/ha nu volvelds met KAS wordt gegeven of op de rij heeft in de maatsortering 40 – 50 mm geen effect op het veldgewicht of het aantal knollen. Bij een bijbemesting van 100 kg N/ha is er wel een effect van de methoden: behandeling I (Min100) en K (Spui100) hebben een lager veldgewicht in deze maatsortering en een lager aantal knollen. In de maatsortering 50–70 mm is het veldgewicht bij deze behandelingen echter niet groter dan het veldgewicht bij behandeling C (KAS100). Ook is het aantal knollen in die maatsortering voor alle behandelingen gelijk.

Tabel 31. Veldgewicht (ton/ha) van de maatsorteringen 40-50 mm, 50-70 mm en totaal, het onderwatergewicht (OWG, g), het gewicht per knol en de LSD bij 5% overschrijdingskans in 2013

Beh	Code	40-50 mm			50-70 mm			aantal
		veldgewicht		Aantal	Veldgewicht			
A	Geen bijbemesting	28	a	379	a	30	d	239
B	Kas50	24	b	326	ab	32	cd	244
C	Kas100	24	b	328	ab	36	abc	274
D	AmNi50	23	bc	313	bc	34	bcd	262
E	AmNi100	23	bc	307	bc	37	abc	264
F	Ur50	24	b	330	ab	34	bcd	260
G	Ur100	24	b	329	ab	33	bcd	255
H	Min50	25	ab	355	ab	32	cd	255
I	Min100	18	d	244	d	38	ab	279
J	Spui50	24	b	318	bc	34	bcd	254
K	Spui100	19	cd	262	cd	39	a	283
LSD (5%)		3,6		56		5		n.s.

De totale veldgewichten, de onderwatergewichten, de P-opname en de N-recovery zijn bij alle behandelingen gelijk (Tabel 32). Dit betekent dat de bijbemesting geen effect heeft gehad op deze parameters, niet als volveldse toediening of rijbemesting. De uitgevoerde bemesting heeft wel effect gehad op de N-opname. Bij een hogere N-gift als bijbemesting is de N-opname hoger, behalve bij Urean (G). De allerhoogste N-opname is bij 100 kg N/ha toegediend met spui loog (K). Het gewicht per knol was lager als er geen bijbemesting (A) werd gegeven of als 50 kg N/ha werd gegeven met mineralenconcentraat (H). Andere verschillen in knolgewicht zijn er niet.

Voor de recovery van N is een contrastanalyse uitgevoerd om vast te stellen of de methode van toedienen de recovery verbetert. Uit deze analyse komt wel een effect van de Gift naar voren maar niet van methode van toedienen. Een hogere gift geeft gemiddeld een hogere recovery, 16% bij een bijbemesting met 50 kg N/ha en 21% bij een bijbemesting met 100 kg N/ha.

Tabel 32. Totaal veldgewicht (ton/ha), onderwatergewicht (OWG, g), N-opname (kg/ha) en P-opname (kg/ha), de recovery van N (%), het gewicht per knol (g/knol) en de LSD bij 5% overschrijdingskans in 2013

Beh	Code	Totaal Veldgewicht t	OW		P- opname (kg/ha)	N-Recovery ^a (%)	g/knol		
			G (g)	N-opname (kg/ha)					
A	Geen bijbemesting	64	389	127	f	24	-	74,6	b
B	Kas50	62	384	154	bcde	25	53(27)	78,4	ab
C	Kas100	66	389	169	ab	27	42(14)	78,6	ab

D	AmNi50	62	381	146	de	23	37(19)	81,8	ab
E	AmNi100	65	379	167	abc	25	40(11)	83,1	ab
F	Ur50	63	395	142	ef	26	30(34)	80,3	ab
G	Ur100	63	385	152	cde	25	25(14)	80,1	ab
H	Min50	63	379	146	de	25	39(22)	75,2	b
I	Min100	62	374	160	abcd	23	33(17)	85,8	ab
J	Spui50	63	380	148	de	26	42(31)	79,1	ab
K	Spui100	65	383	174	a	25	47(8)	87,2	a
LSD (5%)		n.s.	n.s.	15,7		n.s.	n.s.	6,7	

¹ Recovery berekend voor de toegediende stikstof van de bijbemesting.

Het veldgewicht in de maatsortering 40-50 mm verschilt niet tussen de verschillende producten en neemt af bij een toenemende N-gift (Tabel 33, bijbemesting). Uit de regressieanalyse komt naar voren dat het veldgewicht bij spui loog sterker afneemt dan bij KAS volvelds toegediend (Tabel 33, significant negatievere hellingshoek). Ook in de maatsortering 50-70 mm verschilt het veldgewicht niet tussen de verschillende producten maar neemt nu toe bij een toenemende gift. Uit de regressieanalyse komt naar voren dat het veldgewicht per product wel toeneemt bij een hogere mestgift maar deze toename is voor alle producten gelijk. Het totale veldgewicht is bij alle behandelingen gelijk en de hellingshoek is nul. Het komt erop neer dat het totale veldgewicht noch per product noch per bemestingsniveau ander is: alle behandelingen zijn gelijk.

Tabel 33. Effecten van de N-gift per mestproduct (Gift, kg/ha) op het veldgewicht (ton vers/ha) in de maatsortering 40-50 mm, 50-70 mm en totaal veldgewicht, en de hellingshoek van de lineaire toename bij een toenemende N-gift (ton vers/kg N) in 2013

Maatsortering	Product	Gift			LSD	hellingshoek	R ²		
		0	50	100					
40-50 mm	Kas	28	24	24	n.s.	-0,0358	a ¹	39,8	
	AmNi	28	23	23		-0,0487			a
	Urean	28	24	19		-0,0807			a
	Min	28	24	24		-0,0361			a
	Spui	28	25	18		-0,0935			b
	Bijbemesting	28 a	24 b	22 b	3,51				
50-70 mm	Kas	30	32	36	n.s.	0,0558	a ²	41,7	
	AmNi	30	34	37		0,0644			a
	Urean	30	34	39		0,0911			a
	Min	30	34	33		0,0337			a
	Spui	30	32	38		0,0829			a
	Bijbemesting	30 b	33 ab	37 a	4,46				
Totaal veldgewicht	Kas	64	62	66	n.s.	0,0178	n.s.	Geen waarde	
	AmNi	64	62	65		0,0249			
	Urean	64	63	65		0,0280			

Min	64	63	63	0,0401
Spui	64	63	62	0,0533

¹ Getoetst met 10% overschrijdingskans

² Getoetst met 5% overschrijdingskans. Hellingshoek groter dan nul door bijbemesten, maar geen verschil in effect van producten op hellingshoek

Het aantal knollen/ha in de maatsortering 40-50 mm verschilt niet tussen de verschillende producten en neemt af bij een toenemende N-gift (Tabel 34, bijbemesting). Uit de regressieanalyse komt naar voren dat het aantal knollen/ha bij spui loog sterker afneemt dan bij KAS volvelds toegediend (Tabel 34, significant negatievere hellingshoek). Ook in de maatsortering 50-70 mm verschilt het aantal knollen/ha niet tussen de verschillende producten maar neemt nu toe bij een toenemende gift. Uit de regressieanalyse komt naar voren dat het aantal knollen/ha per product wel toenemen bij een hogere mestgift maar deze toename is voor alle producten gelijk. Het totaal aantal knollen/ha is bij alle behandelingen gelijk behalve bij spui loog. Bij een hoge N-gift neemt het totaal aantal knollen/ha bij spui loog af. Deze afname is lineair met de toenemende N-gift terwijl het totaal aantal knollen bij de andere producten niet verandert bij een toenemende N-gift.

Tabel 34. Effecten van de N-gift per mestproduct (Gift, kg/ha) op het aantal knollen (*1000) per ha in de maatsortering 40-50 mm, 50-70 mm en het totaal aantal knollen en de hellingshoek van de lineaire toename bij een toenemende N-gift (aantal knollen/kg N) 2013

Maatsortering	Product	Gift						Hellingshoek	R ²		
		0	50	100							
40-50 mm	KAS	379	326	328	n.s.	-0,506	a ¹	35,6			
	AmNi	379	313	307		-0,719	a				
	Urean	379	318	262		-1,168	a				
	Min	379	330	329		-0,503	a				
	Spui	379	355	244		-1,347	b				
	Bijbemesten	379	a	328	ab	294	b	53,6			
50-70 mm	KAS	239	244	274	n.s.	0,359	a ²	34,2			
	AmNi	239	262	264		0,249	a				
	Urean	239	254	283		0,442	a				
	Min	239	260	255		0,167	a				
	Spui	239	255	279		0,403	a				
	Bijbemesten	239	b	255	ab	271	a	26,6			
Totaal aantal knollen	KAS	856	a	795	a	838	a	121,51	-0,183	a	29,3
	AmNi	856	a	757	a	781	a		-0,758	a	
	Urean	856	a	799	a	743	a		-1,132	a	
	Min	856	a	786	a	797	a		-0,589	a	
	Spui	856	a	844	a	724	b		-1,326	b	

¹ Getoetst met 10% overschrijdingskans

² Getoetst met 5% overschrijdingskans. Hellingshoek groter dan nul door bijbemesten, maar geen verschil in effect van producten op hellingshoek.

3.4.3.3 Contrastanalyse

De resultaten van de contrastanalyse geven aan dat de methode van toedienen (volvelds of rij) alleen effect heeft op het totaal aantal knollen. Het totaal aantal knollen neemt toe met een toenemende bijbemesting bij de volveldse toediening, terwijl het aantal juist afneemt bij een toenemende bijbemesting bij de rijenbemesting. Deze toe- dan wel afname is significant bij 10% overschrijdingskans. Andere verschillen tussen volveldse of rijtoediening zijn er niet.

3.5 Conclusies

3.5.1 Rijenbemesting met drijfmest

3.5.1.1 Conclusies 2012

De rijenbemesting van de basisbemesting geeft dezelfde veldopbrengst als de volveldse toediening van de basisbemesting. De hoogste bemesting geeft de hoogste veldopbrengst en niet bemesten geeft de laagste veldopbrengst. Een verschil in toedieningstechniek is er

niet. Wel geeft een rijenbemesting van 30 ton/ha meer knollen in de maatsortering 50-70 mm en in de grootste maatsortering, 70 mm en groter.

3.5.1.2 Conclusies 2013

De rijenbemesting van de basisbemesting met 15 ton drijfmest per ha geeft eenzelfde opbrengst als een volveldse toediening van 30 ton drijfmest per ha of een rijenbemesting met 30 ton drijfmest per ha in de knolgrootte 50-70 mm. Ook de totale veldopbrengst van de behandeling waarbij 15 ton drijfmest per ha op de rij is toegediend is hoger dan als deze 15 ton per ha breedwerpig wordt toegediend en gelijk aan de behandelingen waarin 30 ton per ha wordt gegeven. Bij hogere doseringen is het voordeel van rijenbemesting niet aanwezig. De recovery van stikstof uit de rijenbemesting bij 15 ton/ha is het hoogste en even hoog als de recovery bij de volveldse toediening van 30 ton drijfmest/ha. De recovery van de hogere dosering mest als rijenbemesting is even hoog als de recovery bij de volveldse toepassing van dezelfde dosering.

Samenvattend kan gesteld worden dat:

- De veldopbrengst in de maatsortering 50-70 mm toeneemt bij een rijenbemesting met 15 ton varkensdrijfmest/ha in vergelijking met een breedwerpige toediening van dezelfde dosering,
- De totale veldopbrengst toeneemt bij een rijenbemesting met 15 ton varkensdrijfmest/ha in vergelijking met een breedwerpige toediening van dezelfde dosering,
- Een rijentoediening van 30 ton varkensdrijfmest/ha dezelfde veldopbrengst oplevert in de maatsortering 50-70 mm als de breedwerpige toediening van dezelfde dosering mest,
- Een rijentoediening van 30 ton varkensdrijfmest/ha dezelfde totale veldopbrengst oplevert als de breedwerpige toediening van dezelfde dosering mest,
- De recovery van stikstof bij 15 ton/ha als rijenbemesting hoger is dan bij de volveldse toediening van drijfmest met dezelfde dosering. Het toedienen van 30 ton varkensdrijfmest/ha als rijenbemesting geen betere opbrengst, aantal knollen of N-benutting oplevert als de breedwerpige toediening van dezelfde dosering.

3.5.2 Rijenbemesting met stikstof

3.5.2.1 Conclusies 2012

Bemesten via een rijenbemesting levert hetzelfde veldgewicht als breedwerpige bemesting. De N-opname efficiëntie wordt door een rijenbemesting bevorderd, vooral bij de gift van 50 kg N/ha. Het veldgewicht is in deze proef alleen afhankelijk van de hoogte van de N-gift en nauwelijks van de methode van toepassen. Alleen bij Urean is het veldgewicht lager dan bij de overige producten. Wel worden er bij de bemesting met 100 kg N/ha via rijenbemesting grotere knollen geproduceerd dan bij dezelfde gift volvelds.

3.5.2.2 Conclusies 2013

De bijbemesting toedienen via een rijenbemesting levert hetzelfde veldgewicht als de volveldse bijbemesting of niet bijbemesten. Ook zijn er geen effecten gevonden van de rijenbemesting op de Recovery van N, de P-opname of het onderwatergewicht. De hoogte van de bijbemesting heeft wel een effect op het veldgewicht in de maatsortering 40-50 mm en 50-70 mm: een hogere gift geeft meer veldopbrengst in de grotere maatsortering. Ook is de N-opname bij een hogere N-gift hoger.

Referenties

- Malda J.T. & R. Rutgers (2012). Bemestingsonderzoek zaaiuien. Een onderzoek naar de mogelijkheden van het plaatsen van de fosfaatbemesting en de N-bijbemesting in de teelt van zaaiuien op een kleigrond in Zuidwest Nederland in 2012. Altic 12-2823.
- Ruijter F.J. de, A.L. Smit & E.J.J. Meurs (2009). Plaatsing als strategie voor een efficiëntere fosfaatbemesting 2. Veldproeven. PRI rapport nr. 314, 25pp.
- Rutgers, R. & J.T. Malda (2010). N-bemesting aardappel. Meerjarige onderzoeksresultaten van de stikstofbenutting van vloeibare N-meststoffen in de teelt van aardappelen op locaties in Noordoost- en Zuidoost-Nederland en in de Flevopolder in de jaren 2010 t/m 2012. Altic 12-2819.
- Schoot, J.R. van der & W. van Dijk (2001). Rijenbemesting met dierlijke mest in maïs maakt kunstmest overbodig. PPO-Bulletin Akkerbouw 2003 – nr. 2, p. 13-17.
- Slabbekoorn, H. (2012). Rijenbemesting in aardappelen. Rijenbemesting versus breedwerpig en perspectief van nieuwe meststoffen. Verslag van een veldproef op zuidwestelijke zeeklei in 2011. PPO-AGV project nr. 32 502 168 00, ZW3940
- Smit A.L., P. de Willigen & A.A. Pronk (2009) Plaatsing als strategie voor een efficiëntere fosfaatbemesting 1. Literatuur en modelonderzoek. PRI rapport nr. 216, 28pp.
- Smit A.L., A.A. Pronk, P. de Willigen (2010). Placement of phosphate leads to a more efficient use of a finite resource. Acta Hort. 2010;852:189-94.
- Van Burg, P.F.J., K. Dilz & W.H. Prins, W.H. (1982). Landbouwkundige waarde van verschillende stikstofmeststoffen. Stikstof 100: 518-540.
- Wander, J., H.J. Russchen, T. A. van Dijk, H. van den Akker, O. van Campen & L. Remijn (2011). Vloeibare meststofsysteemen in consumptieaardappelen. Resultaten veldproeven 2009 en 2010. PA 405915. DLV Plant, 69 p.

Bijlage I. Weersgegevens Lelystad

Gemiddelde dagtemperaturen (°C) 2012

Dag	april	mei	juni	juli	augustus
1	6,3	14,6	13,0	15,3	19,7
2	8,7	14,4	11,9	16,1	18,1
3	7,9	12,7	9,3	18,5	17,2
4	6,5	10,3	9,5	21,9	17,5
5	5,5	8,6	12,0	21,1	17,4
6	6,1	8,2	12,6	20,1	16,6
7	5,3	9,2	16,0	19,3	15,9
8	5,2	12,6	15,5	17,4	16,9
9	8,3	15,0	12,6	16,5	16,9
10	9,8	17,4	14,4	16,3	15,6
11	8,2	14,8	14,6	15,3	16,0
12	7,8	9,2	13,4	13,7	18,1
13	7,3	10,1	12,2	15,0	18,6
14	7,6	10,9	12,0	14,5	20,4
15	6,7	9,5	13,5	14,8	21,6
16	5,8	8,6	16,1	14,5	19,4
17	4,7	9,7	15,8	16,6	20,8
18	8,0	13,1	14,3	16,6	24,0
19	9,2	14,9	15,1	15,5	24,9
20	8,2	16,2	16,8	14,7	21,8
21	7,5	18,2	16,8	14,1	19,6
22	8,1	20,4	14,9	15,0	18,5
23	8,8	22,0	15,3	19,3	17,3
24	9,3	21,9	13,3	20,9	17,7
25	9,7	19,9	14,2	21,0	17,5
26	11,4	19,8	15,0	19,8	16,7
27	12,0	19,4	17,1	19,7	16,3
28	9,7	17,3	21,1	18,3	18,2
29	11,1	14,3	19,8	16,9	17,6
30	15,1	14,4	19,1	14,9	16,5
31		14,6		14,3	14,2
1 ^e decade	7,0	12,3	12,7	18,3	17,2
<i>normaal</i> ¹	7,6	11,7	15,0	17,1	17,9
2 ^e decade	7,4	11,7	14,4	15,1	20,6
<i>normaal</i>	8,4	13,0	14,9	17,4	17,5
3 ^e decade	10,3	18,4	16,7	17,7	17,3
<i>normaal</i>	10,8	13,7	15,9	17,9	16,4

¹ gemiddelde 1981-2010 KNMI-station Lelystad

Neerslagsom (mm) 2012

Dag	april	mei	juni	juli	augustus
1	0,0	1,0	0,0	1,2	0,6
2	0,0	0,0	0,0	0,0	19,4
3	0,0	1,4	5,2	0,0	6,2
4	0,8	0,2	7,0	0,0	1,0
5	0,0	0,0	0,0	1,8	11,4
6	1,6	0,0	6,2	0,2	5,2
7	0,8	0,0	3,8	0,0	7,2
8	0,0	5,6	1,2	24,4	0,0
9	10,8	16,0	0,0	2,6	0,0
10	2,8	5,6	0,0	1,8	0,0
11	0,0	0,0	7,8	2,8	0,0
12	0,0	2,2	0,0	12,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0
14	0,0	0,0	0,0	2,2	1,8
15	0,0	5,0	9,8	0,0	0,2
16	1,6	3,0	2,6	2,2	1,8
17	0,6	0,0	0,0	3,2	0,0
18	4,0	0,6	10,2	8,4	0,0
19	0,4	1,4	0,0	7,6	0,0
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
21	2,6	0,0	16,6	0,0	0,0
22	3,6	0,0	8,4	0,0	1,0
23	7,4	0,0	0,0	0,0	0,0
24	4,4	0,0	14,8	0,0	0,0
25	0,6	0,0	0,0	0,0	3,8
26	5,8	0,0	0,0	0,0	12,8
27	0,0	0,0	0,6	0,2	0,0
28	8,2	0,0	0,0	0,0	0,0
29	0,2	0,0	0,0	2,6	0,0
30	0,0	0,0	0,8	1,8	0,0
31		4,8		1,0	0,0
1 ^e decade	16,8	29,8	23,4	32,0	51,0
<i>normaal</i> ²	14,4	15,9	27,4	28,7	24,5
2 ^e decade	6,6	12,2	30,4	41,6	4,6
<i>normaal</i>	14,8	19,3	21,6	25,6	24,8
3 ^e decade	32,8	4,8	41,2	5,6	17,6
<i>normaal</i>	14,3	23,1	23,2	29,2	35,6

² gemiddelde 1981-2010 KNMI-neerslagstation Swifterbant

Gemiddelde dagtemperaturen (°C) 2013

Dag	april	mei	juni	juli	augustus	september
1	1,6	8,8	10,8	16,3	23,4	15,5
2	2,8	10,8	11,9	16,0	24,7	16,8
3	2,7	11,1	11,0	16,5	21,2	19,2
4	2,6	11,3	13,7	17,4	19,0	18,7
5	3,5	12,3	15,0	17,9	21,5	21,5
6	4,2	13,9	15,9	18,1	18,9	20,5
7	2,3	15,8	15,7	18,8	15,1	16,7
8	4,6	16,5	13,4	18,3	17,0	14,6
9	6,0	13,5	12,1	16,7	16,9	14,1
10	6,0	12,4	12,2	15,4	17,3	13,1
11	5,8	10,6	14,8	14,8	16,9	15,5
12	7,1	9,8	17,9	15,1	16,4	16,1
13	8,5	10,7	16,5	16,1	16,1	14,7
14	14,0	9,3	15,0	16,4	15,6	15,2
15	13,5	12,3	14,0	17,8	15,3	13,6
16	11,4	9,3	14,5	17,9	18,9	12,4
17	13,1	9,8	16,5	19,0	19,1	10,4
18	13,4	10,0	20,3	19,7	18,5	11,0
19	8,3	11,4	21,1	19,3	16,0	12,0
20	6,5	11,0	18,4	18,9	16,4	14,0
21	6,9	10,6	16,4	22,1	16,7	13,4
22	8,1	9,3	16,1	23,8	17,3	15,9
23	10,8	7,3	14,4	23,7	19,1	16,2
24	12,9	8,2	13,9	21,5	19,1	14,4
25	14,9	8,4	13,5	20,6	18,6	13,8
26	9,2	9,2	13,6	20,6	18,2	13,7
27	7,0	12,5	12,8	21,0	17,7	10,6
28	6,8	15,1	13,4	20,4	18,3	11,0
29	8,2	12,0	14,3	19,6	17,2	11,6
30	8,2	12,8	15,4	17,7	17,6	10,5
31		14,1		18,9	17,4	
1 ^e decade	3,6	12,6	13,2	17,1	19,5	17,1
<i>normaal</i>	7,6	11,7	15,0	17,1	17,9	15,4
2 ^e decade	10,2	10,4	16,9	17,5	16,9	13,5
<i>normaal</i>	8,4	13,0	14,9	17,4	17,5	14,3
3 ^e decade	9,3	10,9	14,4	20,9	17,9	13,1
<i>normaal</i>	10,8	13,7	15,9	17,9	16,4	13,5

Neerslagsom (mm) 2013

Dag	april	mei	juni	juli	augustus	september
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	1,0
8	0,0	2,6	0,0	0,0	1,8	14,0
9	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
10	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	21,8
11	6,0	3,6	0,0	0,0	0,4	1,8
12	11,0	3,0	1,4	0,6	0,0	1,2
13	0,2	2,2	3,4	0,0	0,4	0,0
14	0,2	3,4	0,0	0,0	0,0	9,0
15	0,4	0,0	3,6	0,0	1,0	1,0
16	0,0	7,2	0,0	0,0	0,8	5,2
17	0,0	0,2	0,0	0,0	1,2	3,6
18	0,0	0,4	0,0	0,0	6,4	4,4
19	0,6	0,0	0,0	0,0	4,0	1,4
20	0,0	3,8	7,0	0,0	0,0	2,6
21	0,0	19,6	9,4	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,4	2,4	0,0	0,0	0,0
23	0,8	6,8	9,0	0,0	0,0	0,0
24	0,0	0,2	2,8	0,0	0,0	0,0
25	0,0	2,8	0,0	1,6	2,8	0,0
26	3,4	4,6	0,0	16,2	0,0	0,0
27	0,0	0,0	0,6	6,8	0,0	0,0
28	0,0	0,0	3,4	11,4	0,0	0,0
29	0,0	17,4	6,2	0,0	0,0	0,0
30	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
31		0,0		0,8	0,0	
1 ^e decade	1,2	2,6	0,0	2,6	26,8	37,4
<i>normaal</i>	14,4	15,9	27,4	28,7	24,5	25,7
2 ^e decade	18,4	23,8	15,4	0,6	14,2	30,2
<i>normaal</i>	14,8	19,3	21,6	25,6	24,8	31,2
3 ^e decade	4,2	51,8	33,8	37,8	2,8	0,0
<i>normaal</i>	14,3	23,1	23,2	29,2	35,6	21,6

Bijlage II. Samenstelling varkensdrijfmest en spuihoog proeven Lelystad

Samenstelling van de gebruikte VDM (zeugenmest) in de proeven te Lelystad

Resultaat	Eenheid	Resultaat	
		2012	2013
Droge stof	g DS/kg	71	102
Ruw as	g RAS/kg	18	24
Organische stof	g OS/kg	53	78
Stikstof	g N/kg	5,11	5,7
C/N-ratio		5	
Stikstof-ammoniak	g N-NH ₃ /kg	3,1	2,4
Stikstof-organisch	g N-org/kg	2,0	3,3
Fosfaat	g P ₂ O ₅ /kg	3,34	5,2
Kali	g K ₂ O/kg	3,6	2,9
Magnesium	g MgO/kg	1,8	1,3
Natrium	g Na ₂ O/kg	0,9	0,7

Samenstelling van het gebruikte spuihoog te Lelystad

Parameter	Afkorting	Eenheid	Resultaat	
			2012	2013
Zuurgraad	pH		3,1	4,1
Soortelijk gewicht (dichtheid)		g/l	1150	1120
Totaal stikstof	N	% (w/w)	5,8	4,6
Ammonium	NH ₄	g/l	85,7	65,5
Nitraat	NO ₃	g/l	<1,0	<1,0
Zwavel	S	g/l	73,6	58,3
Zwavedioxide	SO ₃	% (w/w)	16,0	13,0

Bijlage III. Weersgegevens Vredepeel

Gemiddelde dagtemperaturen (°C) 2012

Dag	april	mei	juni	juli	augustus	september
1	3,2	15,4	12,8	15,4	20,2	12,3
2	6,6	12,6	12,3	14,7	18,9	14,1
3	8,5	11,9	8,4	18,4	17,4	15,8
4	6,9	11,8	8,0	21,8	18,2	16,4
5	5,7	7,7	10,1	22,0	18,0	15,6
6	5,6	6,7	12,3	19,3	16,2	13,3
7	4,8	9,1	16,3	18,5	15,6	14,6
8	5,1	14,0	15,7	16,3	15,6	16,5
9	7,8	15,6	13,0	15,3	17,0	17,9
10	8,5	18,3	14,6	15,2	14,3	18,1
11	7,5	15,4	14,4	13,6	14,6	15,2
12	6,0	8,7	14,1	13,7	17,4	11,4
13	5,8	7,5	11,9	14,5	18,3	11,9
14	6,8	11,0	12,9	13,5	20,2	11,6
15	5,8	7,3	14,5	14,4	21,9	13,2
16	4,8	8,0	15,2	13,2	18,6	13,7
17	4,1	8,8	15,7	16,2	20,5	14,0
18	7,6	13,5	14,8	17,7	24,4	13,3
19	9,2	16,7	14,5	15,7	26,5	9,4
20	8,0	17,2	16,9	14,7	22,6	8,9
21	7,1	18,4	17,7	13,4	21,1	9,9
22	7,2	21,4	14,9	14,1	17,8	10,1
23	8,0	18,8	15,2	17,7	15,1	8,0
24	8,5	20,9	13,2	19,7	17,8	13,3
25	8,9	18,9	14,0	21,5	17,1	12,8
26	11,4	18,6	15,2	21,2	15,0	12,0
27	12,3	19,4	17,6	22,1	15,8	11,7
28	13,1	19,3	22,2	18,8	17,5	11,6
29	13,8	15,1	19,1	16,1	17,2	11,1
30	15,0	16,0	19,1	14,4	15,8	9,8
31		15,6		14,1	13,0	
1 ^e decade	6,3	12,3	12,4	17,7	17,1	15,5
<i>normaal</i> ³	8,1	12,3	15,7	18,0	18,6	15,4
2 ^e decade	6,6	11,4	14,5	14,7	20,5	12,3
<i>normaal</i>	8,8	13,7	15,7	18,2	18,0	14,4
3 ^e decade	10,5	18,4	16,8	17,6	16,7	11,0
<i>normaal</i>	11,3	14,4	16,8	18,6	16,6	13,5

³ gemiddelde 1981-2010 KNMI-stations Volker en Arcen

Neerslagsom (mm) 2012

Dag	april	mei	juni	juli	augustus	september
1	0,0	2,0	0,4	0,2	0,0	0,0
2	0,0	11,6	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	16,6	0,0	0,0	0,0
4	4,8	0,0	14,4	0,0	0,0	0,0
5	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,2	4,2	0,0
7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	13,2	0,0	0,0
9	13,6	3,4	0,0	4,4	0,0	0,0
10	12,6	1,2	0,0	0,6	0,0	0,0
11	2,4	0,0	0,2	28,8	0,0	5,4
12	3,8	1,2	0,0	3,2	0,0	3,4
13	0,0	0,0	0,0	10,6	0,0	4,0
14	0,0	0,0	0,0	10,2	0,0	3,0
15	0,0	12,2	0,0	0,8	0,0	0,0
16	0,0	0,2	0,0	3,6	0,2	0,0
17	0,6	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0
18	3,8	0,0	1,2	0,4	0,0	1,8
19	0,4	0,0	0,0	7,2	0,0	2,6
20	3,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,2
21	9,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0
22	3,6	0,0	0,8	0,0	0,0	0,2
23	0,2	53,4	0,0	0,0	7,6	7,0
24	0,4	3,8	7,4	0,0	2,6	18,0
25	3,4	0,0	0,0	0,0	3,2	0,8
26	1,6	0,0	0,0	0,2	30,4	5,2
27	0,2	0,0	0,8	27,0	0,2	11,2
28	2,2	0,0	0,0	32,6	0,2	0,2
29	0,0	0,0	0,6	0,2	0,0	1,0
30	0,0	0,0	0,0	5,2	0,2	0,0
31		3,6		0,2	7,2	
1 ^e decade	32,0	23,2	31,4	18,6	4,2	0,0
<i>normaal</i> ⁴	14,7	19,6	28,5	20,8	18,5	20,6
2 ^e decade	14,4	16,0	1,4	73,8	0,2	20,4
<i>normaal</i>	14,9	18,4	17,7	20,4	20,9	27,2
3 ^e decade	20,6	60,8	12,0	65,4	51,6	43,6
<i>normaal</i>	13,6	24,8	18,9	26,7	29,1	18,5

⁴ gemiddelde 1981-2010 KNMI-neerslagstation Ysselsteyn

Gemiddelde dagtemperaturen (°C) 2013

Dag	april	mei	juni	juli	augustus	september
1	3,1	13,2	12,1	15,6	28,3	14,7
2	3,8	13,0	12,5	18,2	29,5	17,7
3	4,1	13,6	12,9	17,8	19,8	17,9
4	4,3	13,8	17,1	19,6	22,2	21,1
5	4,3	14,6	19,2	18,6	24,9	25,2
6	3,0	18,6	20,5	20,8	18,9	23,0
7	5,0	18,3	19,8	21,6	15,9	17,5
8	7,0	17,9	18,0	21,4	17,8	15,7
9	8,1	14,0	14,1	20,6	19,4	14,4
10	9,3	13,1	14,3	18,1	17,7	13,6
11	9,8	10,8	18,1	15,3	18,4	15,9
12	10,5	11,0	20,8	16,3	16,6	15,4
13	12,6	11,7	17,1	18,0	15,4	16,7
14	17,3	11,3	15,3	18,8	17,5	13,2
15	12,5	13,8	17,1	20,4	19,2	13,0
16	15,5	11,2	16,8	22,5	22,5	11,7
17	17,6	9,9	21,3	22,0	22,5	11,6
18	12,1	10,7	26,6	23,1	19,6	12,6
19	7,6	14,8	24,7	21,5	15,4	12,7
20	7,4	11,5	20,7	19,7	16,3	11,9
21	8,4	11,9	18,3	25,3	18,8	12,9
22	12,1	8,8	17,1	27,2	20,0	17,0
23	11,7	6,3	16,0	26,9	21,5	16,7
24	16,3	9,3	13,6	22,0	19,9	16,0
25	18,2	11,8	12,7	25,0	18,0	15,4
26	9,6	10,4	14,5	24,4	19,1	11,8
27	5,8	14,0	14,0	24,1	18,8	11,9
28	8,9	17,9	14,7	21,3	18,3	11,7
29	7,3	11,1	13,6	21,5	17,9	13,4
30	10,7	13,6	17,0	20,3	18,4	11,7
31		17,2		22,2	16,0	
1 ^e decade	5,2	15,0	16,0	19,2	21,4	18,1
<i>normaal</i>	8,1	12,3	15,7	18,0	18,6	15,4
2 ^e decade	12,3	11,7	19,8	19,7	18,3	13,5
<i>normaal</i>	8,8	13,7	15,7	18,2	18,0	14,4
3 ^e decade	10,9	12,0	15,1	23,6	18,8	13,8
<i>normaal</i>	11,3	14,4	16,8	18,6	16,6	13,5

Neerslagsom (mm) 2013

Dag	april	mei	juni	juli	augustus	september
1	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	2,1	0,2	0,0
3	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
7	0,0	0,8	0,0	0,0	5,2	13,4
8	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	7,2
9	3,5	0,2	0,0	0,0	0,0	30,7
10	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	33,8
11	2,1	6,0	0,0	0,0	2,0	0,9
12	3,3	2,9	0,0	0,0	0,0	3,5
13	0,0	0,7	2,1	0,0	2,2	7,5
14	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	5,8
15	1,0	0,0	1,0	0,0	0,4	8,6
16	2,7	13,6	0,0	0,0	3,8	0,5
17	0,0	3,5	0,6	0,0	0,4	6,2
18	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,2
19	1,2	0,0	2,1	0,0	1,0	1,7
20	0,0	1,0	6,6	0,0	0,0	0,0
21	0,0	2,9	0,7	0,0	0,0	0,0
22	0,0	1,6	2,6	0,0	0,4	0,0
23	0,0	1,6	4,0	6,4	0,0	0,0
24	0,0	0,0	3,5	0,0	1,8	0,0
25	0,0	4,4	0,2	0,4	0,5	0,0
26	7,9	0,4	6,5	1,8	0,0	0,0
27	0,0	0,0	4,1	19,4	0,0	0,0
28	0,0	0,8	12,0	0,0	0,0	0,0
29	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
30	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0
31		0,0		0,0	2,2	
1 ^e decade	10,3	6,7	0,0	3,4	5,4	87,1
<i>normaal</i>	14,7	19,6	28,5	20,8	18,5	20,6
2 ^e decade	10,3	28,9	12,4	0,0	12,3	34,9
<i>normaal</i>	14,9	18,4	17,7	20,4	20,9	27,2
3 ^e decade	7,9	13,4	33,6	29,4	4,9	0,0
<i>normaal</i>	13,6	24,8	18,9	26,7	29,1	18,5

Bijlage IV. Overzicht van de teelthandelingen in de proeven rijenbemesting VDM vóór poten te Vredepeel

Proef 2012

Datum	Activiteit	Beschrijving
2-Apr-12	Bemonstering	Nmin monster bodemlagen 0-30 cm en 30-60 cm en monster voor algemene bodemanalyse
2-Apr-12	Bemesting	Objecten B en C aanwenden VDM volvelds 15 en 30 ton/ha
3-Apr-12	Bemesting	Object A, B en D Kali gestrooid (A=420 kg/ha Patentkali B en D: 210 kg/ha Patentkali)
6-Apr-12	Grondbewerking	Ploegen met vorenpakker. Diepte bewerking 22 cm. Ploeg uitgerust met ondergronders (10 cm werkdiepte onder schaar)
16-Apr-12	Bemesting	Object D en E aanwenden VDM in de rij. Evers Garanno rijenbemester.
16-Apr-12	Grondbewerking	Object D en E ondiepe bewerking 10 cm met vaste tandcultivator om sporen van de injecteur te egaliseren
17-Apr-12	Poten	Poten Fontane 36 cm in de rij
17-Aug-12	Berekening	30 mm beregend met haspel-sproeikanon
11-Oct-12	Oogst	Machinale oogst proefveld, Per veldje 1,5 m x 10,5 m = 15,75 m ² geoogst
		Sorteren van de aardappelen in de maten < 40mm, 40-50mm, 50-70mm en > 70mm
17-Oct-12	Sorteren	Bepaling gewicht per sortering en aantal knollen per sortering. Rotte, groene en misvormde knollen uitgeraapt.

*onkruidbestrijding, ziektebestrijding en insectenbestrijding volgens gangbare praktijk uitgevoerd

Proef 2013

Datum	Activiteit	Beschrijving
3/Apr/13	Bemesting	Kali bemesting - Object A: 235 kg/ha Kali-60; Object B en D: 118 kg/ha Kali-60 Organische bemesting volvelds - Object B: 15 ton/ha VDM; Object C: 30 ton/ha VDM - Gehaltes mest: 4,78 kg N/ton, 1.44 kg P2O5/ton en 4,7 kg K2O/ton
4/Apr/13	Bemesting	Mest aangewend met een Vervaet Hydrotrike + Evers bouwlandbemester
9/Apr/13	Grondbewerking	Ploegen van het perceel tot een diepte van 22 cm met ondergronders (10 cm onder schaar) en vorenpakker
10/Apr/13	Bemesting	Organische bemesting rijntoepassing - Object D: 15 ton/ha VDM; Object E: 30 ton/ha VDM - Gehaltes mest: 4,78 kg N/ton, 1,44 kg P2O5/ton en 4,7 kg K2O/ton Mest aangewend met een Vervaet Hydrotrike + Evers rijnbemester
10/Apr/13	Grondbewerking	Bewerking objecten met vaste tand cultivator (WIFO) tot een diepte van 12 cm.
17/Apr/13	Poten	Machinaal poten van de aardappelen met Grimme 4-rijig pootmachine. Ras Fontane - klasse A 35-50mm
17/Apr/14	Aanaarden	Machinaal aanaarden van de ruggen
8/May/13	GBM	Onkruidbestrijding: 0,25 ltr/ha Centium + 1 ltr/ha Linuron
24/May/13	Opkomst	Opkomst van de aardappelen
31/May/13	Ziektebestrijding	2,5 kg/ha Curzate
7/Jun/13	Ziektebestrijding	2 kg/ha Curzate + 30 gram Titus
14/Jun/13	Ziektebestrijding	0,6 ltr/ha Revus
19/Jun/13	Ziektebestrijding	0,6 ltr/ha Revus
25/Jun/13	Ziektebestrijding	2,5 kg/ha Curzate
2/Jul/13	Ziektebestrijding	0,6 ltr/ha Revus
9/Jul/13	Ziektebestrijding	0,4 ltr/ha Shirlan + 0,25 ltr/ha Amistar
16/Jul/13	Ziektebestrijding	1,2 ltr/ha Infinito + 0,15 ltr/ha Calypso
23/Jul/13	Ziektebestrijding	0,6 ltr/ha Revus
30/Jul/13	Ziektebestrijding	1,4 ltr/ha Infinito
6/Aug/13	Ziektebestrijding	0,5 ltr/ha Ranman Top
13/Aug/13	Ziektebestrijding	0,5 ltr/ha Ranman Top
29/Aug/13	Ziektebestrijding	0,5 ltr/ha Ranman Top
4/Sep/13	Ziektebestrijding	0,5 ltr/ha Ranman Top
9/Sep/13	Loofdoding	2 ltr/ha Reglone + 0,3 ltr/ha Shirlan
25/Sep/13	Oogst	Machinaal oogsten van het proefveld (middelste twee rijen:

27/Sep/13 Sorteren 1,5 m x 10,5 m)
Sorteren van de aardappelen en bepaling onderwatergewicht

Bijlage V. Samenstelling varkensdrijfmest en spuihoog proeven Vredepeel

Samenstelling varkensdrijfmest

Resultaat	Eenheid	2012	2013	Landelijk gemiddelde
Droge stof	g DS/kg	20	47	110
Ruw as	g RAS/kg	9	13	23
Organische stof	g OS/kg	11	34	87
Stikstof	g N/kg	4,52	4,78	6,94
C/N-ratio		1	3	
Stikstof-ammoniak	g N-NH ₃ /kg	3,2	3,6	
Stikstof-organisch	g N-org/kg	1,3	1,2	
Fosfor	g P/kg	0,65	0,63	
Fosfaat	g P ₂ O ₅ /kg	1,49	1,44	4,05
Kalium	g K/kg	3,5	3,9	
Kali	g K ₂ O/kg	4,2	4,7	5,9
Magnesium	g Mg/kg	0,4	0,5	
Magnesia	g MgO/kg	0,7	0,8	1,6
Natrium	g Na/kg	0,8	0,6	
Natron	g Na ₂ O/kg	1,1	0,8	1,2

Samenstelling van het spuihoog

Parameter	Afkorting	2012	2013	Eenheid
zuurgraad	pH	3,3	4,1	
soortelijk gewicht (dichtheid)		1148	1120	g/l
Totaal stikstof	N	5,6	4,6	% (w/w)
ammonium	NH ₄	81,9	65,5	g/l
nitraat	NO ₃	<1,0	<1,0	g/l
Zwavel	S	70,4	58,3	g/l
Zwavel dioxide	SO ₃	15,3	13,0	% (w/w)

Bijlage VI. Overzicht van de teelthandelingen in de proeven stikstofrijenbemesting na poten te Vredepeel

Proef 2012

Datum	Activiteit	Beschrijving
1/April/12	Bemonstering	Nmin bemonstering 0-30 cm en 30-60 cm
2/April/12	Bemesting	Aanwenden 15 m ² /ha VDM. Ploegen van het perceel met 4 schaar wentelploeg en vorenpakker. Ploeg is voorzien van ondergronders.
6/April/12	Grondbewerking	Ploegdiepte 25 cm, ondergronders 10 cm
17/April/12	Bemesting	Aanwenden 50 en 100 N Urean
17/April/12	Poten	Poten Fontane 36 cm in de rij Aanwenden 50 en 100 N
18/April/12	Bemesting	Ammoniumnitraat/Fertraat/Spuiwater
18/April/12	Bemesting	Aanwenden KAS 50N en 100N volvelds Bereggen met 30 mm water d.m.v beregeningshaspel + sproeikanon
17/Aug/12	Beregening	
11/Oct/12	Oogst	Machinale oogst van de proef Sorteren van de aardappelen in de maten < 40mm, 40-50mm, 50-70mm en > 70mm Bepaling gewicht per sortering en aantal knollen per sortering.
18/Oct/12	Sorteren	Rotte, groene en misvormde knollen uitgeraapt.

*onkruidbestrijding, ziektebestrijding en insectenbestrijding volgens gangbare praktijk uitgevoerd

Proef 2013

Datum	Activiteit	Beschrijving
4/Apr/13	Bemesting	Hele proef bemest met 15 ton/ha VDM - Gehaltes mest: 4,78 kg N/ton, 1,44 kg P ₂ O ₅ /ton en 4,7 kg K ₂ O/ton
9/Apr/13	Grondbewerking	Ploegen van het perceel tot een diepte van 22 cm met ondergronders (10 cm onder schaar) en vorenpakker
10/Apr/13	Grondbewerking	Bewerking objecten met vaste tand cultivator (WIFO) tot een diepte van 12 cm.
17/Apr/13	Poten	Machinaal poten van de aardappelen met Grimme 4-rijig pootmachine. Ras Fontane - klasse A 35-50 mm
18/Apr/13	Bemesting	Aanwenden bijbemesting met diverse meststoffen
8/May/13	GBM	Onkruidbestrijding: 0.25 ltr/ha Centium + 1 ltr/ha Linuron
24/May/13	Opkomst	Opkomst van de aardappelen
31/May/13	Ziektebestrijding	2,5 kg/ha Curzate
7/Jun/13	Ziektebestrijding	2 kg/ha Curzate + 30 gram Titus
14/Jun/13	Ziektebestrijding	0,6 ltr/ha Revus
19/Jun/13	Ziektebestrijding	0,6 ltr/ha Revus
25/Jun/13	Ziektebestrijding	2,5 kg/ha Curzate
2/Jul/13	Ziektebestrijding	0,6 ltr/ha Revus
9/Jul/13	Ziektebestrijding	0,4 ltr/ha Shirlan + 0,25 ltr/ha Amistar
16/Jul/13	Ziektebestrijding	1,2 ltr/ha Infinito + 0,15 ltr/ha Calypso
23/Jul/13	Ziektebestrijding	0,6 ltr/ha Revus
30/Jul/13	Ziektebestrijding	1,4 ltr/ha Infinito
6/Aug/13	Ziektebestrijding	0,5 ltr/ha Ranman Top
13/Aug/13	Ziektebestrijding	0,5 ltr/ha Ranman Top
29/Aug/13	Ziektebestrijding	0,5 ltr/ha Ranman Top
4/Sep/13	Ziektebestrijding	0,5 ltr/ha Ranman Top
9/Sep/13	Loofdoding	2 ltr/ha Reglone + 0,3 ltr/ha Shirlan
25/Sep/13	Oogst	Machinaal oogsten van het proefveld (middelste twee rijen: 1,5 m x 10,5 m)
27/Sep/13	Sorteren	Sorteren van de aardappelen en bepaling onderwatergewicht

Bemestingsonderzoek zaaiuien

Meerjarige onderzoeksresultaten naar bemestingsstrategieën om tot een hogere N- en P-efficiëntie te komen in de teelt van zaaiuien op een kleigrond in Zuidwest Nederland



Projectnr. 3828 PA

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een automatisch gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van ALTIC B.V.

ALTIC B.V. stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij het gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Auteurs: Ing. J.T. Malda
 Ing. R. Rutgers

Datum: december 2013

Plaats: Dronten

Opdrachtgever:



MASTERPLAN
MINERALENMANAGEMENT



PRODUCTSCHAP AKKERBOUW

ALTIC B.V.
Postbus 135
8250 AC Dronten

telefoon: 0321-387980
fax: 0321-387988

e-mail: info@altic.nl
internet: www.altic.nl

Inhoud

INLEIDING	4
PROEFOPZET	5
Proefveldgegevens	5
Behandelingen	6
Waarnemingen/ monstername/ uitvoering	10
Data-analyse	10
RESULTATEN	11
DISCUSSIE.....	26

Inleiding

Rijenbemesting is een methode die ook bij uien kan leiden tot een verhoging van de efficiëntie van de toegediende mineralen. In de teelt van mais is het een op grote schaal toegepaste methode. Hierbij kan de mais kort na ontkieming profiteren van het naast en in enkele gevallen in de zaaivoor toegediende stikstof en fosfaat. Ook in diverse akkerbouwgewassen en vollegrondsgroenten wordt rijenbemesting in toenemende mate ingezet. Bij een rijenbemesting wordt de (kunst)mest in de grond aangebracht. In vergelijking met oppervlakkig toegepaste kunstmest met een aandeel ureum- of ammoniumstikstof zou dit een vermindering van de verliezen door ammoniakemissie tot gevolg moeten hebben. In het geval van fosfaat zou het geringe wortelstelsel van uien een beperking kunnen vormen. Rijenplaatsing kan er dan voor zorgen dat het gewas de vers toegediende fosfaat beter kan benutten waardoor een betere beginontwikkeling mag worden verwacht.

In de teelt van zaauijen zijn in de afgelopen jaren technieken beschikbaar gekomen waarmee beperkte hoeveelheden fosfaat op het zaad worden gespoten. De resultaten hiervan kunnen wisselend uitpakken omdat bij zoute meststoffen kiemplantjes kunnen wegvallen met opbrengstvermindering tot gevolg. Een meerjarig onderzoek uitgevoerd in opdracht van Productschap Akkerbouw toonde aan dat er bij geringe hoeveelheden fosfaat (circa 10 kg P_2O_5 /ha) op het zaad geringe meeropbrengsten zijn te realiseren. Belangrijk bleek echter wel dat hiervoor de juiste meststof dient te worden gekozen. Meststoffen met een hoge zoutwaarde bleken voor dit doel ongeschikt en leidden tot plantuitval en opbrengstvermindering.

In dit onderzoek is een methode getoetst waarbij de 100% en 50% fosfaatgift is aangebracht naast de rij. Hierbij is het effect van de hoogte van de fosfaatgift getoetst (0, 40 en 80 kg P_2O_5). De fosfaatgiften zijn toegediend in de vorm van ammonium polyfosfaat (APP) en mono ammonium fosfaat (MAP) waardoor tevens stikstof naast de rij is geplaatst.

Door naast de basisbemesting tevens de N-bijbemesting(en) uit te voeren naast de rij ontstaat een systeemvergelijking waarmee het effect van een volvelds bemesting versus de bemesting naast de rij kan worden vastgesteld. Omdat deze rijengift naast de rij op circa 8 cm diepte (en 8 cm naast de rij is geplaatst) zijn theoretisch minder verliezen te verwachten door ammoniakvervluchtiging.

Bij de stikstofvergelijking zijn objecten aangelegd waarbij in de bijbemesting tweemaal 40 kg N/ha en eenmalig 20 kg N/ha is toegediend.

Van de geoogste uien is naast de opbrengst tevens de minerale samenstelling van de droge stof bepaald. Hiermee is de afvoer aan stikstof en fosfaat vastgesteld om de efficiëntie van de verschillende bemestingsstrategieën in beeld te brengen.

Proefopzet

Proefveldgegevens

Het bemestingsonderzoek is uitgevoerd in 2012 en 2013 op een kleigrond in Zuidwest Nederland (PPO Westmaas). In beide jaren is voor aanvang van de proef een bodemmonster gestoken. In dit monster zijn de algemene bodemparameters van het perceel en de beschikbaarheid van nutriënten vastgesteld. In tabel 1 **zijn** enkele van deze parameters weergegeven.

Tabel 1. Bodemparameters en algemene gegevens van de proefpercelen in 2012 en 2013.

parameter	eenheid	2012	2013
ras		Hyskin	Hyskin
NLV	kg N/ha per jaar	69	82
Pw	mg P ₂ O ₅ /l	33	34
P-AL	mg P ₂ O ₅ /100 gr.	72	47
P-Spurway	kg P 10 cm steekdiepte	2.3	1.3
K-getal	berekend	33	30
K-Spurway	kg K per 10 cm steekdiepte	117	80
Magnesium	kg Mg per 10 cm steekdiepte	50	41
organische stof	%	2.2	2.0
Koolzure kalk	% CaCO ₃	6.4	6.9
afslibbaar	%	28	31
lutum	%	17.1	17
C/N		11.8	8
pH (pH-KCl)		7.2	7.0

Uit tabel 1 blijkt dat het onderzoek van beide jaren is uitgevoerd op een lichte kleigrond met een afslibbaarheid tussen 28 en 31 %. Uit de overige parameters blijkt dat de algemene bodemparameters goed waren. De beschikbaarheid van magnesium was aan de lage kant.

Behandelingen

De uitgevoerde behandelingen zijn weergegeven in tabel 2. De behandelingen variëren in toedieningsmethode (rijenbemesting versus volvelds), de soort meststof (korrel versus vloeibaar) en de hoogte van de N en P₂O₅-gift.

Tabel 2. Behandelingenoverzicht

code	totaal kg/ha		basisbemesting				bijbemesting 1	bijbemesting 2
			rijenbemesting		volvedsbemesting			
	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	N
A	120	40	-	-	40 KAS	40 TSP	40 KAS	40 KAS
B	120	80	-	-	40 KAS	80 TSP	40 KAS	40 KAS
C	120	40	-	40 TSP	40 KAS	-	40 KAS	40 KAS
D	120	80	-	80 TSP	40 KAS	-	40 KAS	40 KAS
E	120	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	40 KAS	40 KAS
F	120	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	40 KAS	40 KAS
G	120	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	40 KAS	40 KAS
H	120	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	40 KAS	40 KAS
J	120	10	-	10 Powerstart (zaad)	40 KAS	-	40 KAS	40 KAS
K	120	10	-	10 Powerstart (rij)	40 KAS	-	40 KAS	40 KAS
L	120	0	-	-	40 KAS	-	40 KAS	40 KAS
M	120	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	40 KAS	40 KAS
N	60	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	20 KAS	-
P	120	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	40 Urean (rij)	40 Urean (rij)
Q	60	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	20 Urean (rij)	-
R	0	80	-	-	-	80 TSP	-	-
S	0		-	-	-	-	-	-

In beide jaren is het onderzoek verricht in het ras Hyskin.

Kort voor het zaaien zijn de korrelvormige meststoffen zoals vermeld in tabel 2 toegediend. De volvelds toegediende APP (objecten M en N) is voor de zaaibedbereiding gespoten en direct ingewerkt.

Tijdens het zaaien is bij object J de Powerstart toegediend op het zaad.

De objecten met APP, MAP en Powerstart naast de rij (objecten E, F, G H, K, P en Q) zijn in een 2^e werkgang toegediend. Deze bemesting is op 8 cm naast de rij geplaatst op circa 8 centimeter diepte.

De beide overbemestingen in het seizoen waarbij Urean naast de rij is geplaatst (objecten P en Q) zijn toegediend met dezelfde toedieningsapparatuur als waarmee de rijenplaatsing in de basisbemesting heeft plaatsgevonden. In de figuren 1 t/m 3 is de toedieningsapparatuur weergegeven waarmee de toepassingen op het zaad en naast de rij zijn uitgevoerd.

Bijbemesting 1 is toegediend omstreeks het moment waarop het 3^e pijpje verscheen. De 2^e bijbemesting is circa 3 weken daarna toegediend.



Figuur 1. Toediening tijdens het zaaien (op zaad)



Figuur 2. Toedieningsapparatuur om meststoffen naast de rij te plaatsen.



Figuur 3. Overzicht van het systeem waarmee vloeibare meststoffen naast de rij zijn geplaatst. De meststoffen zijn met deze machine op circa 8 cm diepte en op 8 cm naast de rij geplaatst.

Om te verduidelijken welke objecten onderling vergeleken kunnen worden, is tabel 2 opgesplitst in de tabellen 3 en 4.

Tabel 3. Het effect van de hoogte van de P_2O_5 -gift en de plaatsing van de fosfaatbemesting

code	totaal kg/ha		basisbemesting				bijbemesting	
			rijenbemesting		volveldsbemesting			
	N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	P_2O_5	N	N
A	120	40	-	-	40 KAS	40 TSP	40 KAS	40 KAS
B	120	80	-	-	40 KAS	80 TSP	40 KAS	40 KAS
C	120	40	-	40 TSP	40 KAS	-	40 KAS	40 KAS
D	120	80	-	80 TSP	40 KAS	-	40 KAS	40 KAS
E	120	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	40 KAS	40 KAS
F	120	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	40 KAS	40 KAS
G	120	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	40 KAS	40 KAS
H	120	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	40 KAS	40 KAS
J	120	10	-	10 Powerstart (op het zaad)	40 KAS	-	40 KAS	40 KAS
K	120	10	-	10 Powerstart (naast de rij)	40 KAS	-	40 KAS	40 KAS
L	120	0	-	-	40 KAS	-	40 KAS	40 KAS
M	120	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	40 KAS	40 KAS

Met de objecten uit tabel 3 kan worden vastgesteld wat het effect is van de hoogte van de P_2O_5 -gift. Met een vergelijking tussen de behandelingen L, A en B kan worden vastgesteld wat het effect is van een breedwerpige fosfaatgift van respectievelijk 0, 40 en 80 kg fosfaat.

Het effect van het plaatsen van een fosfaatgift met TSP in de rij kan worden vastgesteld door de behandelingen A met C (40 kg P_2O_5 /ha) en B met D (80 kg P_2O_5 /ha) te vergelijken.

Bij object M is 80 kg P₂O₅/ha volvelds toegediend met APP. Door object M met B te vergelijken ontstaat een meststofvergelijking waarmee het effect van TSP versus APP kan worden vastgesteld.

Door de behandelingen C, E en G te vergelijken kan het effect van een P₂O₅-gift van 40 kg/ha in de vorm respectievelijk TSP, MAP en APP naast de rij worden vastgesteld. Bij de behandelingen D, F en H is het effect van deze meststoffen getoetst bij een P₂O₅-gift van 80 kg/ha.

Het effect van Powerstart (10 kg P₂O₅/ha) kan worden vastgesteld bij de behandelingen J en K ten opzichte van L. Bij behandeling J is deze toepassing tijdens het zaaien op het zaad gespoten. Bij object K is de Powerstart toegediend door deze op circa 8 cm van de rij te plaatsen.

Tabel 4. Het effect van de hoogte van de stikstofgift en de systeemvergelijkingen waarbij de stikstof en fosfaat geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij wordt toegepast

code	totaal kg/ha		rijenbemesting		volvedsbemesting		bijbemesting a	bijbemesting b
	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	N
H	120	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	40 KAS	40 KAS
M	120	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	40 KAS	40 KAS
N	60	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	20 KAS	-
P	120	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	40 Urean (rij)	40 Urean (rij)
Q	60	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	20 Urean (rij)	-
R	0	80	-	-	-	80 TSP	-	-
S	0		-	-	-	-	-	-

De behandelingen R, N en M vormen een vergelijking waarmee het effect van de hoogte van de totale N-gift kan worden vastgesteld (respectievelijk 0, 60 en 120 kg/ha).

Een systeemvergelijking voor het toedienen van de volledige NP-bemesting door een volvelds- versus een naast de rij toepassing kan worden verkregen door de objecten M en P en N en Q met elkaar te vergelijken, waarbij N en Q met elkaar vergeleken kunnen worden bij een suboptimale stikstofgift.

Door de objecten H en P te vergelijken kan de meerwaarde van het uitvoeren van de bijbemestingen in de vorm van KAS (breedwerpig) versus Urean naast de rij worden vastgesteld.

Tabel 5. Minerale samenstelling van de gebruikte meststoffen

meststof	N	N-NH ₂	N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Zn
KAS	27	-	13.5	13.5	-	-	4	-
TSP	-	-	-	-	45	-	-	-
Urean	30	15	7.5	7.5	-	-	-	-
APP 10-34	10		10		34			
Powerstart	-	-	-	-	29	4.7	4.2	3.5
MAP	10	-	10	-	50	-	-	-

Waarnemingen/ monsternamen/ uitvoering

Gedurende het groeiseizoen zijn de proeven regelmatig bezocht en beoordeeld. Daarnaast is op 3 tijdstippen de gewasreflectie met de CropScan gemeten. Hieruit is de vegetatie-index berekend (WDVI-groen zoals beschreven in Uenk et al., 1992).

Na het oogsten van de proeven zijn de uien gesorteerd in de maten <40, 40-50, 50-60, 60-70 en >70 mm. Per sorteermaat is zowel het gewicht als het aantal uien vastgesteld. Uit ieder veldje is vervolgens een monster genomen waarin de minerale samenstelling van de droge stof is vastgesteld.

Met de totaalopbrengst, de minerale samenstelling en het gehalte aan droge stof is de nutriëntenafvoer uitgerekend. De stikstof en fosfaatinhoud van het gewas is nodig om de efficiëntie van de bemesting te berekenen. De nutriëntenafvoer geeft inzicht in de efficiëntie van de verschillende meststoffen/ bemestingsstrategieën.

Data-analyse

Met behulp van de variantie-analyse (ANOVA) is bepaald of behandelingen significant van elkaar verschillen. Hierbij zijn behandeling en jaar als factor gebruikt. Er is gewerkt met een betrouwbaarheid van 95% ($\alpha = 0.05$). De Lsd (Least significant difference) geeft het kleinste betrouwbare verschil aan. Indien het verschil tussen twee getallen groter is dan de Lsd, is het verschil betrouwbaar. Voor de duidelijkheid is dit in de tabel weergegeven met letters. Wordt een behandeling gekwalificeerd met a en de andere met b dan is er sprake van een significant verschil, echter verschillen tussen a en ab zijn niet significant. De p-waarde die onder de tabel vermeld is geeft de significantie aan, hoe kleiner dit getal is hoe groter de significantie. De afkorting "n.s." die soms in de tabel gebruikt wordt betekent "niet significant".

Resultaten

Het effect van de hoogte van de P₂O₅-gift, soort fosfaatmeststof en de plaatsing van de fosfaatmeststof

In de seizoenen 2012 en 2013 zijn de proeven meermalig gemeten met de CropScan. Hierbij is de gewasreflectie van verschillende golf lengtes gemeten. Aan de hand hiervan is de vegetatie-index (WDVI-groen) berekend. De vegetatie-index geeft inzicht in hoeveel biomassa er gevormd is, waarbij wordt gecorrigeerd voor onbedekte grond. In tabel 6 zijn de momenten waarop de grootste verschillen zichtbaar waren weergegeven.

Tabel 6. Het effect van de hoogte, de soort en de plaatsing van de P-meststof op de vegetatie-index (WDVI-groen)

code	Σ P ₂ O ₅	rijenbemesting		volvelds		WDVI groen		
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	28-jun 2012	5 aug 2013	gemiddeld
A	40	-	-	40 KAS	40 TSP	13.3	19.0 ab	16.5 ab
B	80	-	-	40 KAS	80 TSP	13.7	17.7 ab	15.7 ab
C	40	-	40 TSP	40 KAS	-	14.1	16.7 a	15.4 a
D	80	-	80 TSP	40 KAS	-	14.9	18.1 ab	16.5 ab
E	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	12.4	18.1 ab	15.3 a
F	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	13.4	17.7 a	15.6 a
G	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	15.3	17.9 ab	16.6 ab
H	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	14.9	20.4 b	17.6 b
J	10	-	10 Powerst. zaad	40 KAS	-	15.5	19.5 b	17.5 b
K	10	-	10 Powerst. rij	40 KAS	-	14.1	18.5 ab	16.3 ab
L	0	-	-	40 KAS	-	13.7	19.0 ab	16.3 ab
M	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	14.5	17.9 ab	16.2 ab
					p	0.075	0.009	<0.001
					lsd	2.5	2.7	1.8

P jaar <0.001, LSD jaar=0.6

In zowel 2012 als in 2013 had de hoogte (TSP) en plaatsing (TSP) van de korrelvormige fosfaatgift geen effect op de vegetatie-index. Ook de hoogte van de NP-gift in de rij met APP leidde niet tot aantoonbaar effect op beginontwikkeling. Plaatsing van stikstof en fosfaat met MAP lijkt tot een tragere beginontwikkeling te leiden (significant lager dan plaatsing van APP in de rij).

Toediening van Powerstart op het zaad leidde zowel in 2012 als in 2013 tot een hoge WDVI (niet significant).

Met het samenvoegen van de dataset neemt het onderscheidend vermogen toe. Zoals uit tabel 6 blijkt is het met een tweejarige dataset wel mogelijk om betrouwbare verschillen tussen de behandelingen aan te tonen. Een duidelijke lijn werd echter niet vastgesteld.

Nadat beide proeven waren geoogst, is per sorteermaat de opbrengst bepaald. De totaalopbrengst en de opbrengst in de maten 40-op en 60-op is weergegeven in de tabellen 7, 8 en 9.

Tabel 7. Het effect van de hoogte, de soort en de plaatsing van de P-meststof op de totaalopbrengst

code	rijenbemesting		volvelds		totaalopbrengst (ton/ha)			%	
	Σ P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	2012	2013	gem	relatief
A	40	-	-	40 KAS	40 TSP	72.9	66.2 a	69.4 a	93
B	80	-	-	40 KAS	80 TSP	76.7	70.0 ab	73.1 ab	98
C	40	-	40 TSP	40 KAS	-	73.2	71.5 abc	72.3 ab	97
D	80	-	80 TSP	40 KAS	-	76.9	74.1 abc	75.5 b	101
E	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	74.8	75.0 bc	74.9 b	100
F	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	72.8	70.7 abc	71.7 ab	96
G	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	73.9	71.5 abc	72.7 ab	97
H	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	77.0	72.9 abc	75.0 b	100
J	10	-	10 Powerst.zaad	40 KAS	-	76.0	69.1 ab	72.5 ab	97
K	10	-	10 Powerst. rij	40 KAS	-	73.5	78.4 c	75.9 b	101
L	0	-	-	40 KAS	-	74.4	75.3 bc	74.9 b	100
M	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	76.3	75.9 bc	76.1 b	102
					p	ns	0.004	<0.001	
					lsd		8	5.3	

P jaar=<0.001; LSD jaar=1.8

In teeltjaar 2013 hebben de uitgevoerde behandelingen geresulteerd in betrouwbare verschillen in opbrengst. Opvallend is dat nagenoeg de maximale opbrengst werd behaald bij het object waar geen bemesting met fosfaat was uitgevoerd. In 2012 bleek het effect van fosfaatbemesting op opbrengst eveneens vrijwel nihil te zijn. De opbrengstgegevens uit 2012 zijn mogelijk negatief beïnvloed door hagelschade, ontstaan op 5 augustus 2012. Dit heeft mogelijk geleid tot variatie in groei tijdens de laatste fase van de groei, met opbrengstspreading als resultaat.

In beide teeltjaren is gebleken dat rijenbemesting met 80 kg/ha P₂O₅ met APP en TSP in hogere opbrengsten resulteerden in vergeleken met rijenbemesting met MAP bij 80 kg/ha P₂O₅. De verschillen waren echter te gering om significant te zijn. Het ligt echter in lijn met de verschillen in hoeveelheid biomassa, inzichtelijk gemaakt met de WdVI-groen. Mogelijk leidt plaatsing van MAP in de rij tot meer zoutschade dan plaatsing van APP in de rij.

Powerstart zowel op het zaad als in de rij toegediend leidde tot een wisselend beeld. In 2012 resulteerde Powerstart op het zaad in een hogere opbrengst en Powerstart naast de rij in een lagere opbrengst ten opzichte van object L zonder fosfaat. In 2013 was dit andersom en was de opbrengst met Powerstart naast de rij hoger en met Powerstart op het zaad lager in vergelijking met object L zonder fosfaat. Dit effect was eveneens te zien bij de onderlinge vergelijking van Powerstart op het zaad en Powerstart naast de rij. In 2012 resulteerde Powerstart op het zaad in de hoogste opbrengst terwijl deze toepassing in 2013 tot een significant lagere opbrengst leidde in vergeleken met Powerstart naast de rij. Uit tabel 6 bleek echter dat de beginontwikkeling na toepassing van Powerstart op het zaad of in de rij wel in beide jaren wel in dezelfde lijn lag. Dit is echter in de uiteindelijke opbrengst niet eenduidig vastgesteld.

Uit de kolom met het tweejarige gemiddelde blijkt dat er betrouwbare verschillen zijn vastgesteld. Geen fosfaatbemesting leidde reeds tot een hoge opbrengst. Enkel 40 kg P₂O₅/ha (breedwerpig) leidde tot een significant lagere opbrengst in vergelijking tot geen fosfaatbemesting.

Tabel 8. Het effect van de hoogte, de soort en de plaatsing van de P-meststof op de opbrengst in de maten 40-op

code	Σ P ₂ O ₅	rijenbemesting		volvelds		opbrengst 40-op (ton/ha)			% relatief
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	2012	2013	gem	
A	40	-	-	40 KAS	40 TSP	69.7	62.8 a	66.0 a	92
B	80	-	-	40 KAS	80 TSP	73.2	66.3 ab	69.5 ab	97
C	40	-	40 TSP	40 KAS	-	69.6	68.3 abc	68.9 ab	96
D	80	-	80 TSP	40 KAS	-	74.0	70.9 abc	72.4 b	101
E	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	71.2	72.0 bc	71.6 ab	100
F	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	69.1	67.2 abc	68.1 ab	95
G	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	69.9	67.8 abc	68.8 ab	96
H	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	73.8	69.6 abc	71.7 ab	100
J	10	-	10 Powerst. zaad	40 KAS	-	72.8	65.9 ab	69.3 ab	97
K	10	-	10 Powerst. rij	40 KAS	-	69.9	75.3 c	72.6 b	101
L	0	-	-	40 KAS	-	71.0	72.2 bc	71.6 ab	100
M	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	73.2	72.5 bc	72.8 b	102
					p	ns	0.003	<0.001	
					lsd		8.6	5.8	

P jaar=0.001; LSD jaar=2.0

Evenals bij de totaalopbrengst zijn enkel in 2013 betrouwbare opbrengstverschillen vastgesteld in de maat 40-op waarbij het object zonder fosfaatbemesting al tot een hoge opbrengst leidde.

In beide teeltjaren heeft fosfaatbemesting echter niet geresulteerd in een opbrengst van 40-op die hoger was in vergelijking met object L waar geen fosfaat is toegediend.

Ondanks dat het samenvoegen van de 2-jarige data tot een verhoging van het onderscheidend vermogen leidt, blijkt echter hier ook uit dat fosfaatbemesting niet of nauwelijks tot een verhoging van de opbrengst leidde.

Tabel 9. Het effect van de hoogte, de soort en de plaatsing van de P-meststof op de opbrengst in de maat 60-op

code	Σ P ₂ O ₅	rijenbemesting		volvelds		opbrengst 60-op (ton/ha)			% relatief
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	2012	2013	gem	
A	40	-	-	40 KAS	40 TSP	18.0	14.0 a	15.7	80
B	80	-	-	40 KAS	80 TSP	20.2	17.4 ab	18.5	95
C	40	-	40 TSP	40 KAS	-	14.6	19.7 abc	17.1	88
D	80	-	80 TSP	40 KAS	-	22.8	22.3 abc	22.5	115
E	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	15.4	22.8 bc	19.1	98
F	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	15.0	17.9 ab	16.4	84
G	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	15.2	18.6 ab	16.9	86
H	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	21.7	18.3 ab	20.1	103
J	10	-	10 Powerst. zaad	40 KAS	-	20.0	17.0 ab	18.5	94
K	10	-	10 Powerst. rij	40 KAS	-	16.5	27.3 c	21.9	112
L	0	-	-	40 KAS	-	15.5	23.6 bc	19.5	100
M	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	22.2	24.3 bc	23.2	119
					p	ns	0.006	ns	
					lsd		8.4		

Ook in de maat 60-op werden enkel in 2013 significante effecten vastgesteld op de opbrengst in de maat 60-op. Het toepassen van Powerstart naast de rij resulteerde in de hoogste opbrengst. Bij het tweejarige gemiddelde waren de verschillen significant.

Na het bepalen van de opbrengst en het sorteren is het totaal aantal uien en het aantal uien in de verschillende sorteermaten vastgesteld. Deze zijn weergegeven in de tabellen 10, 11 en 12.

Tabel 10. Het effect van de hoogte, de soort en de plaatsing van de P-meststof op het totaal aantal uien

code	Σ P ₂ O ₅	rijenbemesting		volvelds		totaal uien (x 1000/ha)			%
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	2012	2013	gem	
A	40	-	-	40 KAS	40 TSP	922 a	914	918	97
B	80	-	-	40 KAS	80 TSP	960 abc	942	952	101
C	40	-	40 TSP	40 KAS	-	980 bc	919	950	101
D	80	-	80 TSP	40 KAS	-	934 ab	933	933	99
E	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	986 bc	924	955	101
F	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	968 abc	934	951	101
G	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	990 c	934	962	102
H	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	961 abc	944	952	101
J	10	-	10 Powerst. zaad	40 KAS	-	948 abc	909	928	98
K	10	-	10 Powerst. rij	40 KAS	-	958 abc	929	944	100
L	0	-	-	40 KAS	-	969 abc	920	945	100
M	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	925 a	927	926	98
					p	0.038	ns	ns	
					lsd	53			

P jaar=<0.001; LSD jaar=11.3

Het achterwege laten van de fosfaatbemesting en plaatsing van de fosfaatgift had zowel in 2012 als in 2013 geen eenduidig effect op het aantal uien.

Tabel 11. Het effect van de hoogte, de soort en de plaatsing van de P-meststof op het aantal uien in de maat 40-op

code	Σ P ₂ O ₅	rijenbemesting		volvelds		uien 40-op (x 1000/ha)			%
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	2012	2013	gem	
A	40	-	-	40 KAS	40 TSP	799 a	781	790 a	96
B	80	-	-	40 KAS	80 TSP	829 abc	808	818 ab	99
C	40	-	40 TSP	40 KAS	-	848 c	796	822 ab	100
D	80	-	80 TSP	40 KAS	-	820 abc	811	815 ab	99
E	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	849 c	812	829 b	101
F	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	832 abc	800	816 ab	99
G	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	845 bc	798	821 ab	100
H	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	836 abc	820	828 b	101
J	10	-	10 Powerst. zaad	40 KAS	-	830 abc	791	811 ab	99
K	10	-	10 Powerst. rij	40 KAS	-	826 abc	816	821 ab	100
L	0	-	-	40 KAS	-	841 bc	804	823 ab	100
M	80	-	-	40	80 APP	805 ab	800	802 ab	98
					p	0.001	ns	0.002	
					lsd	41		33	

P jaar=<0.001; LSD jaar = 11

In de maat 40-op lijken de effecten van de uitgevoerde behandelingen sterker uit te komen dan in het totaal aantal uien. Plaatsing in de rij van 40 kg P₂O₅/ha met MAP

en 80 kg P₂O₅/ha met APP leidde gemiddeld tot het hoogste aantal uien in de maat 40-op.

Tabel 12. Het effect van de hoogte, de soort en de plaatsing van de P-meststof op het aantal uien in de maat 60-op.

code	Σ P ₂ O ₅	rijenbemesting		volvelds		uien 60-op (x 1000/ha)			%
		N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	2012	2013	gem	
A	40	-	-	40 KAS	40 TSP	128	98 a	110.9	82
B	80	-	-	40 KAS	80 TSP	145	119 ab	130.1	97
C	40	-	40 TSP	40 KAS	-	106	136 abc	120.9	90
D	80	-	80 TSP	40 KAS	-	161	149 abc	154.7	115
E	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	111	154 bc	132.6	98
F	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	107	124 ab	115.7	86
G	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	110	126 ab	118.0	88
H	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	150	123 ab	136.7	101
J	10	-	10 Powerst. zaad	40 KAS	-	143	117 ab	129.6	96
K	10	-	10 Powerst. rij	40 KAS	-	117	180 c	148.3	110
L	0	-	-	40 KAS	-	113	156 bc	134.7	100
M	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	156	169 bc	162.6	121
					p	ns	0.004	ns	
					lsd		53		

In de maat 60-op zijn in 2013 significante effecten vastgesteld op het aantal uien, dit in tegenstelling tot het totaal aantal en het aantal in de maat 40-op. Ten opzichte van geen fosfaatbemesting bleef ook hier het aantal uien in de maat 60-op bij het object met 40 kg P₂O₅ in de vorm van TSP significant achter.

Met Powerstart naast de rij werd het hoogste aantal uien gerealiseerd. Deze aantallen waren significant hoger in vergelijking met het toepassen van Powerstart op het zaad.

Bij het tweejarige gemiddelde konden echter geen betrouwbare effecten van de behandelingen op het aantal uien in de maat 60-op worden vastgesteld.

De centrale doelstelling van het onderzoek was om te onderzoeken in hoeverre rijenbemesting in de teelt van zaaiuien kan bijdragen aan een efficiëntere benutting van de toegediende mineralen. Dit is in beeld gebracht door de minerale samenstelling van de geogoste uien te analyseren door middel van een droge stof analyse. In combinatie met de opbrengst is de afvoer van nutriënten met de geogoste uien berekend.

In de tabellen 13 en 14 is het gehalte aan stikstof en fosfor in de droge stof van de uien weergegeven. De efficiëntie van de toegediende mineralen is berekend door de afvoer aan stikstof en fosfaat uit te rekenen. De afvoer van stikstof en fosfaat is weergegeven in de tabellen 15 en 16.

Tabel 13. Het effect van de hoogte, de soort en de plaatsing van de P-meststof op het N-gehalte in de droge stof van de geogoste uien

code	Σ	rijenbemesting		volvelds		N-gehalte (g/kg ds)			%
		P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	2012	2013	
A	40	-	-	40 KAS	40 TSP	15.0	15.5 abc	15.3 ab	102
B	80	-	-	40 KAS	80 TSP	15.0	15.4 abc	15.2 ab	102
C	40	-	40 TSP	40 KAS	-	14.1	15.7 abc	14.9 ab	100
D	80	-	80 TSP	40 KAS	-	15.0	15.3 abc	15.2 ab	102
E	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	14.8	14.5 ab	14.5 a	97
F	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	14.7	15.4 abc	15.0 ab	101
G	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	15.1	16.2 c	15.6 b	105
H	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	15.6	15.8 bc	15.6 b	105
J	10	-	10 Powerst. zaad	40 KAS	-	14.9	15.6 abc	15.2 ab	102
K	10	-	10 Powerst. rij	40 KAS	-	15.1	14.4 ab	14.8 ab	99
L	0	-	-	40 KAS	-	14.8	15.0 abc	14.9 ab	100
M	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	15.3	14.2 a	14.8 ab	99
					p	<0.001	<0.001	<0.001	
					lsd	1.5	1.5	1.0	

P jaar=0.02, LSD jaar = 0.4

Uit tabel 13 blijkt dat er in beide jaren van onderzoek significante effecten ($p < 0.001$) zijn op het N-gehalte in de droge stof van de uien.

Door het plaatsen van 80 kg P₂O₅/ha met APP in de rij heeft in 2013 een significante verhoging plaatsgevonden van het N-gehalte in de ui in vergelijking met de volvelds APP toediening. Daarnaast resulteerden beide toepassingen van APP in de rij ook meerjarig gemiddeld in een verhoogd N-gehalte.

Tabel 14. Het effect van de hoogte, de soort en de plaatsing van de P-meststof op het P-gehalte in de droge stof van de geogoste uien

code	Σ kg/ha		rijenbemesting		volvelds		P-gehalte (g/kg ds)			%
	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	2012	2013	gem	relatief	
A	40	-	-	40 KAS	40 TSP	3.3 bc	2.4	2.8	100	
B	80	-	-	40 KAS	80 TSP	3.2 bc	2.5	2.8	100	
C	40	-	40 TSP	40 KAS	-	2.9 a	2.4	2.6	93	
D	80	-	80 TSP	40 KAS	-	3.4 c	2.5	2.9	103	
E	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	3.2 bc	2.5	2.8	101	
F	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	3.1 ab	2.5	2.8	99	
G	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	3.3 bc	2.5	2.9	101	
H	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	3.2 bc	2.5	2.8	98	
J	10	-	10 Powerst. zaad	40 KAS	-	3.1 ab	2.5	2.8	99	
K	10	-	10 Powerst. rij	40 KAS	-	3.1 ab	2.4	2.7	97	
L	0	-	-	40 KAS	-	3.1 ab	2.5	2.8	100	
M	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	3.1 ab	2.4	2.8	97	
					p	0.037	ns	ns		
					lsd	0.2				

*P jaar = <0.001, LSD jaar=0.05

Uit tabel 14 blijkt dat er enkel in 2012 sprake was van betrouwbare verschillen tussen de objecten. In 2012 leidde een P₂O₅-gift van 80 kg (TSP) naast de rij tot het hoogste P-gehalte in de droge stof. Ten opzichte van geen fosfaat en enkel 40 kg P₂O₅/ha naast de rij (TSP) was dit verschil significant. In 2013 is dit effect echter niet aangetoond.

Tabel 15. Het effect van de hoogte, de soort en de plaatsing van de P-meststof op de N-afvoer met de geogoste uien

code	Σ		rijenbemesting		Volvelds		N-afvoer (kg/ha)			%
	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	2012	2013	gem	relatief	
A	40	-	-	40 KAS	40 TSP	119	115	117 a	95	
B	80	-	-	40 KAS	80 TSP	128	119	123 ab	100	
C	40	-	40 TSP	40 KAS	-	116	125	120 ab	98	
D	80	-	80 TSP	40 KAS	-	130	126	128 ab	104	
E	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	123	120	121 ab	98	
F	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	119	119	119 ab	97	
G	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	122	128	125 ab	101	
H	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	134	126	130 b	105	
J	10	-	10 Powerst. zaad	40 KAS	-	123	118	120 ab	97	
K	10	-	10 Powerst. rij	40 KAS	-	123	128	125 ab	101	
L	0	-	-	40 KAS	-	122	125	124 ab	100	
M	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	130	120	125 ab	101	
					p	0.001	<0.001	<0.001		
					lsd	22	12.3	12		

Er werden per teeltjaar geen significante effecten vastgesteld in N-afvoer. Het samenvoegen van de data om een groter onderscheidend vermogen in de proef te brengen resulteerde echter in significante effecten. De meerjarige verschillen in N-afvoer lijken echter niet een gevolg te zijn van de hoogte en verdeling van de fosfaatgift op de stikstofafvoer. Toepassing van APP in de rij leidde tot een hoge opbrengst en een hoog N-gehalte in de geogoste uien, met een hoge N-afvoer tot gevolg.

Tabel 16. Het effect van de hoogte, de soort en de plaatsing van de P-meststof op de P₂O₅-afvoer met de geogoste uien

	Σ	rijenbemesting		volvelds		P ₂ O ₅ -afvoer (kg/ha)			%
code	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	N	P ₂ O ₅	2012	2013	gem	relatief
A	40	-	-	40 KAS	40 TSP	60	40	49.6	93
B	80	-	-	40 KAS	80 TSP	63	44	53.2	99
C	40	-	40 TSP	40 KAS	-	55	43	48.9	91
D	80	-	80 TSP	40 KAS	-	66	47	56.7	106
E	40	8 MAP	40 MAP	32 KAS	-	61	48	54.2	101
F	80	16 MAP	80 MAP	24 KAS	-	58	44	51.1	95
G	40	12 APP	40 APP	28 KAS	-	60	45	52.3	98
H	80	24 APP	80 APP	16 KAS	-	62	46	53.9	101
J	10	-	10 Powerst. zaad	40 KAS	-	58	44	51.0	95
K	10	-	10 Powerst. rij	40 KAS	-	57	50	53.2	99
L	0	-	-	40 KAS	-	59	48	53.6	100
M	80	-	-	40 APP/KAS	80 APP	60	47	53.5	100
					p	ns	ns	ns	
					lsd				

P jaar=<0.001; LSD=1.9

Uit tabel 16 blijkt dat de hoogte en plaatsing van de fosfaatgift niet heeft geresulteerd in betrouwbare verschillen in de P₂O₅-afvoer met de geogoste uien.

Meerjarig lijkt echter zowel bij TSP volvelds, in de rij en APP in de rij een verhoogde fosfaatgift te leiden tot een hogere fosfaatafvoer. In een aantal gevallen ligt dit echter lager dan de fosfaatafvoer uit het object 'geen fosfaat'.

Het effect van de hoogte van de stikstofgift en de systeemvergelijkingen waarbij stikstof en/of fosfaat geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij is toegepast

In het seizoen is de gewasreflectie in de proef meermalig gemeten met de CropScan. Aan de hand van de reflectiemetingen is de vegetatie-index (WDVI-groen) berekend. De vegetatie-index geeft inzicht in hoeveel biomassa er gevormd is. In tabel 17 zijn de momenten waarop de grootste verschillen zichtbaar waren weergegeven.

Tabel 17. Het effect van de hoogte van de N-gift en de systeemvergelijkingen waarbij stikstof en geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij is toegepast op de WDVI

code	Σ N	basisbemesting		bijbem 1	bijbem 2	WDVI groen			%
		naast rij	volvelds	N	N	28-jun'12	5 aug'13	gem	
H	120	40 APP/KAS		40 KAS	40 KAS	14.9	20.4 c	17.6 c	100
M	120	-	40 APP/KAS	40 KAS	40 KAS	14.5	17.9 bc	16.2 bc	92
N	60	-	40 APP/KAS	20 KAS	-	14.3	18.6 bc	16.4 bc	93
P	120	40 APP/KAS	-	40 Urean(rij)	40 Urean (rij)	12.9	16.5 ab	14.7 ab	84
Q	60	40 APP/KAS	-	20 Urean(rij)	-	13.9	18.9 bc	16.4 bc	93
R	0	-	alleen P ₂ O ₅	-	-	11.5	14.9 a	13.2 a	75
S	0	-	-	-	-	11.5	14.7 a	13.1 a	74
					p	n.s.	<0.001	<0.001	
					lsd		2.8	1.8	

De diverse stikstoftoepassingen leiden niet tot een significant effect op de vegetatie index in 2012. In 2013 waren er wel significante effecten op de variatie-index waarneembaar. Geen stikstof leidde in 2013 tot de laagste vegetatie-index. Het toedienen van 60 kg/ha stikstof resulteerde in een significante verhoging van de vegetatie-index. Het verhogen van de N-gift van 60 kg/ha naar 120 kg/ha lijkt te leiden tot een verdere verhoging van de vegetatie-index (niet significant). Het systeem waarbij alles naast de rij is toegediend en is bijbemest met 20 kg N/ha in de vorm van Urean naast de rij (object Q) leidde tot een vergelijkbare vegetatie-index als het object waarbij alle stikstof volvelds is toegediend met KAS. Bij object P, waar APP in de basis naast de rij en 2x 40 kg N/ha in de vorm van Urean naast de rij is toegepast werd echter een significant lagere WDVI vastgesteld dan bij het referentie object waarbij volvelds met KAS is bijbemest (object H).

Na de oogst is per sorteermaat de opbrengst bepaald en is de totale opbrengst berekend. De resultaten hiervan zijn in de tabellen 18, 19 en 20 weergegeven.

Tabel 18. Het effect van de hoogte van de N-gift en de toediening van stikstof geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij op de totaalopbrengst

code	Σ N	basisbemesting Volvelds/rijenb	bijbem 1 N	bijbem 2 N	totaalopbrengst (ton/ha)			%
					2012	2013	gem	
H	120	40 APP/KAS rij	40 KAS	40 KAS	77.0	72.9 cd	75.0 c	100
M	120	40 APP/KAS vv	40 KAS	40 KAS	76.3	75.9 d	76.1 c	101
N	60	40 APP/KAS vv	20 KAS	-	75.0	71.5 bcd	73.3 c	98
P	120	40 APP/KAS rij	40 Urean(rij)	40	75.7	70.5 bcd	73.4 c	98
Q	60	40 APP/KAS rij	20 Urean(rij)	-	74.3	67.3 abc	70.8 bc	94
R	0	alleen P ₂ O ₅	-	-	65.5	59.9 a	62.7 a	84
S	0	-	-	-	72.0	63.7 ab	67.8 ab	90
				p	ns	0.004	<0.001	
				lsd		8.0	5.3	

P jaar=<0.001; LSD jaar=1.8

Tabel 19. Het effect van de hoogte van de N-gift en de toediening van stikstof geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij op de opbrengst in de maat 40-op

	Σ	basisbemesting	bijbemesting 1	bijbemesting 2	opbrengst 40-op (ton/ha)			%
code	N	Volvelds/rijenb	N	N	2012	2013	gem	relatief
H	120	40 APP/KAS rij	40 KAS	40 KAS	73.8	69.6 cd	71.7 c	100
M	120	40 APP/KAS vv	40 KAS	40 KAS	73.2	72.5 d	72.8 c	102
N	60	40 APP/KAS vv	20 KAS	-	71.4	67.9 cd	69.7 c	97
P	120	40 APP/KAS rij	40 Urean (rij)	40 Urean (rij)	72.5	67.3 bcd	70.2 c	98
Q	60	40 APP/KAS rij	20 Urean (rij)	-	70.9	63.8 bc	67.4 bc	94
R	0	alleen P ₂ O ₅	-	-	61.3	55.0 a	58.1 a	81
S	0	-	-	-	68.5	59.0 ab	63.7 ab	89
				p	ns	0.003	<0.001	
				lsd		8.6	5.8	

P jaar=0.001; LSD jaar=2.0

Tabel 20. Het effect van de hoogte van de N-gift en de toediening van stikstof geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij op de opbrengst in de maat 60-op

	Σ	basisbemesting	bijbemesting 1	bijbemesting 2	opbrengst 60-op			%
code	N	Volvelds/rijenb	N	N	2012	2013	gem	relatief
H	120	40 APP/KAS rij	40 KAS	40 KAS	21.7	18.3 bc	20.1	100
M	120	40 APP/KAS vv	40 KAS	40 KAS	22.2	24.3 c	23.2	116
N	60	40 APP/KAS vv	20 KAS	-	19.6	17.6 bc	18.6	93
P	120	40 APP/KAS rij	40 Urean (rij)	40 Urean (rij)	22.2	19.4 bc	21.1	105
Q	60	40 APP/KAS rij	20 Urean (rij)	-	23.4	15.1 ab	19.2	96
R	0	alleen P ₂ O ₅	-	-	14.1	8.2 a	11.2	56
S	0	-	-	-	20.4	11.8 ab	16.1	80
				p	ns	0.006	ns	
				lsd		8.4		

Uit de tabellen 18, 19 en 20 blijkt dat er in 2012 (waarschijnlijk mede) als gevolg van de hagelschade geen betrouwbare verschillen in totaalopbrengst zijn vastgesteld. In 2013 en tussen de tweejarige gemiddelden zijn wel betrouwbare verschillen vastgesteld.

Stikstofbemesting (60 kg N/ha) leidde tot een verhoging van de opbrengst (2012 niet significant). Verhoging naar 120 kg N/ha leidde tot een (niet significante) verhoging van de totaalopbrengst vergeleken met 60 kg N/ha.

Zowel een éénmalige bijbemesting in de rij van 20 kg N/ha met Urean als tweemaal bijbemesting met urean lijkt te leiden tot een (niet significant) lagere opbrengst dan wanneer alle stikstof als basis- en bijbemesting volvelds is toegediend.

De volveldse basisbemesting met APP en KAS vervangen voor een rijtoepassing van APP (aangevuld met KAS volvelds) lijkt niet te leiden tot een betere benutting van stikstof, vertaald in opbrengst.

Na het bepalen van de opbrengst en het sorteren is het totaal aantal uien en het aantal uien in de verschillende sorteermaten vastgesteld. Deze zijn weergegeven in de tabellen 21, 22 en 23.

Tabel 21. Het effect van de hoogte van de N-gift en de toediening van stikstof geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij op het totaal aantal uien

	Σ	basisbemesting	bijbemesting 1	bijbemesting 2	totaalaantal (x 1000/ha)			%
code	N	Volvelds/rijenb	N	N	2012	2013	gem	relatief
H	120	40 APP/KAS rij	40 KAS	40 KAS	961	944	952	100
M	120	40 APP/KAS vv	40 KAS	40 KAS	925	927	926	97
N	60	40 APP/KAS vv	20 KAS	-	951	939	945	99
P	120	40 APP/KAS rij	40 Urean (rij)	40 Urean (rij)	928	905	916	96
Q	60	40 APP/KAS rij	20 Urean (rij)	-	909	917	915	96
R	0	alleen P ₂ O ₅	-	-	910	953	932	98
S	0	-	-	-	920	941	930	98
				p	0.038	ns	ns	
				lsd	53			

P jaar=<0.001; LSD jaar=11.3

Tabel 22. Het effect van de hoogte van de N-gift en de toediening van stikstof geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij op het aantal uien in de maat 40-op

	Σ	basisbemesting	bijbem 1	bijbem 2	Aantal 40-op (x			%
code	N	Volvelds/rijenb	N	N	2012	2013	gem	relatief
H	120	40 APP/KAS rij	40 KAS	40 KAS	836 c	820	828 c	100
M	120	40 APP/KAS vv	40 KAS	40 KAS	805 bc	800	802 bc	97
N	60	40 APP/KAS vv	20 KAS	-	816 bc	808	812 bc	98
P	120	40 APP/KAS rij	40 Urean	40 Urean (rij)	811 bc	787	800 bc	97
Q	60	40 APP/KAS rij	20 Urean	-	787 ab	780	785 ab	95
R	0	alleen P ₂ O ₅	-	-	754 a	765	760 a	92
S	0	-	-	-	787 ab	773	780 ab	94
				p	0.001	ns	0.002	
				lsd	41		33	

P jaar=<0.001;LSD jaar = 11

Tabel 23. Het effect van de hoogte van de N-gift en de toediening van stikstof geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij op het aantal uien in de maat 60-op

	Σ	basisbemesting	bijbemesting 1	bijbemesting 2	Aantal 60-op(x 1000/ha)			%
code	N	Volvelds/rijenb	N	N	2012	2013	gem	relatie
H	120	40 APP/KAS rij	40 KAS	40 KAS	150	123 bc	137	100
M	120	40 APP/KAS vv	40 KAS	40 KAS	156	169 c	163	119
N	60	40 APP/KAS vv	20 KAS	-	139	118 bc	128	94
P	120	40 APP/KAS rij	40 Urean (rij)	40 Urean (rij)	156	132 bc	146	107
Q	60	40 APP/KAS rij	20 Urean (rij)	-	164	105 ab	134	98
R	0	alleen P ₂ O ₅	-	-	102	58 a	80	59
S	0	-	-	-	145	83 ab	114	83
				p	ns	0.004	ns	
				lsd		53.1		

Uit de tabellen 21, 22 en 23 blijkt dat er in beide teeltjaren geen significante verschillen zijn vastgesteld, evenals bij het tweejarige gemiddelde op het totaal aantal uien. In beide teeltjaren lijkt bijbemesting met urean in de rij te leiden tot minder uien (niet significant). Doordat er minder planten zijn blijven staan, is het aandeel uien in de maat 60-op als gevolg van rijenbemesting met urean (hoge dosering) juist verhoogd.

Bij beide objecten zonder stikstofbemesting bleef het aantal uien in de maat 60-op in teeltjaar 2013 achter. Enkel bij object R (waar juist wel fosfaat is gegeven) was dit verschil significant ten opzichte van de referentie.

In beide teeltjaren nam het aantal uien in de maat 60-op bij iedere extra stikstoftrap toe, enkel in 2013 was dit significant van 0 kg N/ha naar 60 kg N/ha.

In de tabellen 24 en 25 is het gehalte aan stikstof en fosfor in de droge stof weergegeven. De efficiëntie van de toegediende mineralen is berekend door de afvoer aan stikstof en fosfaat uit te rekenen. De afvoer van deze mineralen is weergegeven in de tabellen 26 en 27.

Tabel 24. Het effect van de hoogte van de N-gift en de toediening van stikstof geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij op het N-gehalte in de droge stof

code	Σ N	baisbemesting			N-gehalte (g/kg ds)			% relatief
		Volvelds/rijenb	bijbemesting 1 N	bijbemesting 2 N	2012	2013	gem	
H	120	40 APP/KAS rij	40 KAS	40 KAS	15.6 c	15.8 c	15.6 cd	100
M	120	40 APP/KAS	40 KAS	40 KAS	15.3 c	14.2 b	14.8 c	95
N	60	40 APP/KAS	20 KAS	-	13.4 b	13.1 ab	13.3 b	85
P	120	40 APP/KAS rij	40 Urean (rij)	40 Urean (rij)	15.2 c	16.9 c	16.1 d	103
Q	60	40 APP/KAS rij	20 Urean (rij)	-	13.2 b	14.2 b	13.7 b	88
R	0	alleen P ₂ O ₅	-	-	10.9 a	12.2 a	11.5 a	74
S	0	-	-	-	11.9 ab	11.6 a	11.7 a	75
				p	<0.001	<0.001	<0.001	
				lsd	1.5	1.5	1.0	

P jaar=0.02, LSD jaar = 0.4

Uit tabel 24 blijkt dat een N-gift van 60 kg/ha leidde tot een verhoging van het N-gehalte in de geoogste uien. Verhoging van de N-gift van 60 kg N/ha naar 120 kg N/ha leidde tot een significant hoger N-gehalte in de uien.

Combinatie van rijenbemesting aan de basis met APP en urean gedurende het groeiseizoen leidde in 2013 tot een significant hoger N-gehalte in de uien dan een volvelds uitgevoerde basis- of bijbemesting.

Tabel 25. Het effect van de hoogte van de N-gift en de toediening van stikstof geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij op het P-gehalte in de droge stof

code	Σ N	baisbemesting			P-gehalte (g/kg ds)			% relatief
		Volvelds/rijenb	bijbem 1 N	bijbem 2 N	2012	2013	gem	
H	120	40 APP/KAS rij	40 KAS	40 KAS	3.2	2.5	2.8	100
M	120	40 APP/KAS vv	40 KAS	40 KAS	3.1	2.4	2.8	100
N	60	40 APP/KAS vv	20 KAS	-	3.2	2.5	2.9	103
P	120	40 APP/KAS rij	40 Urean	40 Urean	3.2	2.5	2.8	99
Q	60	40 APP/KAS rij	20 Urean	-	3.3	2.4	2.8	101
R	0	alleen P ₂ O ₅	-	-	3.1	2.7	2.9	106
S	0	-	-	-	3.1	2.6	2.9	104
				p	0.037	ns	ns	
				lsd	0.2			

*P jaar = <0.001, LSD jaar=0.05

Uit tabel 25 blijkt dat er zowel in de individuele jaren als het gemiddelde van beide jaren geen betrouwbare verschillen zijn vastgesteld als gevolg van de verschillen in hoogte en verdeling van de N-gift.

Tabel 26. Het effect van de hoogte van de N-gift en de toediening van stikstof geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij op de N-afvoer met de geogoste uien

	Σ	basisbemesting	bijbem 1	bijbem 2	N-afvoer (kg/ha)			%
code	N	Volvelds/rijenb	N	N	2012	2013	gem	relatief
H	120	40 APP/KAS rij	40 KAS	40 KAS	134 c	126 c	130 c	100
M	120	40 APP/KAS vv	40 KAS	40 KAS	130 c	120 c	125 c	97
N	60	40 APP/KAS vv	20 KAS	-	113 bc	103 b	108 b	83
P	120	40 APP/KAS rij	40 Urean (rij)	40 Urean (rij)	131 c	131 c	131 c	101
Q	60	40 APP/KAS rij	20 Urean (rij)	-	113 bc	107 b	111 b	86
R	0	alleen P ₂ O ₅	-	-	79 a	80 a	79 a	61
S	0	-	-	-	96 ab	79 a	88 a	68
				p	0.001	<0.001	<0.001	
				lsd	22	12.3	12	

Uit tabel 26 blijkt dat met het toedienen van 60 kg N/ha in 2013 een significant hogere N-afvoer werd gerealiseerd terwijl dit effect in 2012 bijna significant was. Verhoging van de volledige N-gift naar 120 kg N/ha leidde tot een verdere verhoging van de N-afvoer die in 2013 en gemiddeld over de beide jaren significant was.

Tabel 27. Het effect van de hoogte van de N-gift en de toediening van stikstof geheel of gedeeltelijk volvelds of naast de rij op de P₂O₅-afvoer met de geogoste uien

	Σ	basisbemesting	bijbemesting 1	bijbemesting 2	P ₂ O ₅ -afvoer			%
code	N	Volvelds/rijenb	N	N	2012	2013	gem	relatief
H	120	40 APP/KAS rij	40 KAS	40 KAS	62.1	45.7	53.9	100
M	120	40 APP/KAS vv	40 KAS	40 KAS	59.9	47.2	53.5	99
N	60	40 APP/KAS vv	20 KAS	-	62.0	44.9	53.4	99
P	120	40 APP/KAS rij	40 Urean (rij)	40 Urean (rij)	62.2	45.0	53.6	99
Q	60	40 APP/KAS rij	20 Urean (rij)	-	63.9	41.9	53.1	98
R	0	alleen P ₂ O ₅	-	-	52.1	41.2	46.7	87
S	0	-	-	-	58.1	41.3	49.7	92
				p	ns	ns	ns	
				lsd				

P jaar=<0.001; LSD=1.9

Uit tabel 27 blijkt dat er zowel in de individuele jaren als het tweejarige gemiddelde geen betrouwbare verschillen zijn vastgesteld op de P₂O₅-afvoer. Toch lijken de objecten waar geen stikstof is toegediend te leiden tot een lagere P₂O₅-afvoer (niet significant).

Conclusies

In opdracht van Productschap Akkerbouw is in het kader van het Masterplan Mineralen Management een tweejarig onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden om de benutting van nutriënten door het gewas te vergroten. In dit rapport zijn tweejarige resultaten weergegeven van een onderzoek naar het effect van rijenbemesting in de teelt van zaaiuien.

Hoogte fosfaatgift

Het effect van de hoogte van de fosfaatgift is getoetst door een trap aan te leggen van 0, 40 en 80 kg P₂O₅/ha in de vorm van TSP.

In het seizoen is gemeten met de CropScan waaruit de vegetatie-index is berekend. Ten opzichte van geen fosfaat werd echter geen verschil in begingroei vastgesteld met de uit de Cropscangegevens berekende vegetatie-index.

De hoogte van de fosfaatgift leidde in 2012 en op het gemiddelde van beide jaren tot significante effecten, maar echter geen eenduidig effect als gevolg van fosfaatbemesting. Zo leidde het object zonder fosfaatbemesting al tot een hoge opbrengst.

Er was geen effect van de hoogte van de fosfaatgift op het gehalte aan fosfaat in de knol en de afvoer met de geogoste uien.

Het effect van plaatsing van de fosfaatgift (volvelds of in de rij) bij 40 of 80 kg/ha met TSP

De plaatsing van de fosfaatgift (TSP) leidde niet tot significant effect op begingroei. Rijenbemesting leidde ten opzichte van een volveldse toepassing zowel bij 40 als bij 80 kg P₂O₅/ha tot een geringe (niet significante) verhoging van de opbrengsten in de maten 40-op, 60-op en de totaalopbrengst. Er werd geen betrouwbaar effect vastgesteld van de plaatsing op zowel het N- en P-gehalte of de afvoer met de geogoste uien.

Het effect van 10 kg Powerstart op het zaad versus naast de rij

Het toepassen van Powerstart op het zaad lijkt in zowel 2012 als 2013 te leiden tot een hogere vegetatie-index (WDVI). De toepassing van Powerstart naast de rij lijkt op WDVI geen effect te hebben in vergelijking tot geen fosfaat.

Het effect van Powerstart op het zaad of naast de rij op de opbrengst was in 2012 en 2013 niet consistent. In 2012 leidde Powerstart op het zaad tot een iets hogere totaalopbrengst dan naast de rij (niet significant). In 2013 werd een significant hogere opbrengst gerealiseerd van het plaatsen van Powerstart naast de rij.

Betrouwbare effecten op het aantal uien zijn niet vastgesteld. Er was geen effect op het gehalte aan N-en P in de droge stof en de afvoer met de geogoste uien.

Het effect van het type fosfaatmeststof (TSP, MAP en APP) toegediend in de rij bij 40 en 80 kg P₂O₅/ha

Plaatsing van stikstof en fosfaat met MAP lijkt tot een tragere beginontwikkeling te leiden (significant lagere WDVI dan plaatsing van APP in de rij). In beide teeltjaren is gebleken dat rijenbemesting met 80 kg/ha P₂O₅ met APP en TSP in hogere opbrengsten resulteerden in vergeleken met rijenbemesting met MAP bij 80 kg/ha P₂O₅. De verschillen waren echter niet significant. Het ligt echter in lijn met de verschillen in hoeveelheid biomassa, inzichtelijk gemaakt met de WDVI-groen. Mogelijk leidt plaatsing van MAP in de rij tot meer zoutschade dan plaatsing van APP in de rij.

Een P₂O₅-gift van 40 kg/ha in de vorm van APP leidde tot een hoger N-gehalte in de droge stof dan een zelfde gift in de vorm van MAP. Wat betreft N- en P-gehalte en de afvoer aan fosfaat en stikstof waren de verschillen niet significant onderscheidbaar.

Het effect van de hoogte van de N-gift (0, 60 en 120 kg N/ha)

Stikstofbemesting leidde tot een hogere vegetatie-index. Een verhoging van 60 naar 120 kg N/ha leidde nog wel tot een verhoging van de vegetatie-index al was deze verhoging niet significant onderscheidbaar.

De totaalopbrengst en de opbrengst in de maat 40-op steeg in 2013 en meerjarig significant als gevolg van stikstofbemesting. Een verdere verhoging van de N-gift leidde tot een verdere (niet significante) verhoging van de opbrengsten.

Het N-gehalte en N-afvoer met de geoogste uien stegen met het verhogen van 0 naar 60 en van 60 naar 120 kg N/ha significant.

Het effect van een breedwerpige N-gift met KAS versus Urean naar de rij

Een rijenplaatsing van 20 kg N/ha met Urean leidde ten opzichte van een zelfde gift met KAS niet tot effecten op de vegetatie-index in het seizoen. In vergelijking met 2x 40 kg N/ha met KAS nam de vegetatie-index echter significant af wanneer deze was toegediend naast de rij in de vorm van Urean.

Een rijenplaatsing in de vorm van Urean (zowel 20 kg N/ha als 2 x 40 kg N/ha) leidde in vergelijking met de referentie in de vorm van KAS niet tot betrouwbare opbrengsteffecten. Wel was in beide gevallen de totaalopbrengst en de opbrengst in de maat 40-op iets lager (niet significant).

Het plaatsen van Urean naast de rij leidde in vergelijking tot volveldse bijbemesting met KAS tot een vergelijkbaar N-gehalte in de geoogste uien.

Bijbemesting met Urean naast de rij leidde tot een vergelijkbare N-afvoer als de volveldse referentie met KAS.

Discussie

Doelstelling van dit onderzoek betrof de meerwaarde van een rijenplaatsing met fosfaat en stikstof te onderzoeken. Het onderzoek is verricht met als doelstelling om de benuttingsefficiëntie van de stikstof en fosfaatgift te verhogen.

Hoogte fosfaatgift, fosfaatmeststof en plaatsing

Uit het onderzoek blijkt dat er geen effect werd vastgesteld van het toedienen van vers fosfaat (40 of 80 kg N/ha) op opbrengst, gehalte en fosfaatafvoer met de geogoste uien. Deze bevinding lijkt in overeenstemming met voorgaand onderzoek dat werd uitgevoerd in opdracht van Productschap Akkerbouw (Rutgers en Malda 2012). In dat onderzoek werd op zes verschillende percelen in de NOP en Zuidwest Nederland onderzoek verricht naar het effect van fosfaatbemesting in zaaiuien. Hierin werd een beperkt effect van fosfaatbemesting in uien vastgesteld. Uit proeven beschreven in verslag PRI314 (F.J. De Ruijter, A.L. Smit en E.J.J. Meurs 2009) blijkt dat fosfaatbemesting zelfs niet tot enig opbrengsteffect leidde.

Er werd in het onderzoek geen eenduidig effect op opbrengst vastgesteld van het plaatsen van fosfaat naast de rij, de dosering (40 of 80 kg P₂O₅) en het type meststof waarmee dit is uitgevoerd (TSP, MAP en APP). De verschillen in P₂O₅-afvoer waren gering.

Plaatsing van fosfaat op het zaad in de vorm van Powerstart leidde tot een snellere beginontwikkeling. Plaatsing van MAP naast de rij lijkt juist de beginontwikkeling te vertragen.

Effect rijenplaatsing met Urean

Een rijenplaatsing met Urean leidde in vergelijking met KAS tot een geringe, niet significante afname van de totaalopbrengst. In de droge stof werd echter een geringe verhoging van het stikstofgehalte vastgesteld. Vanwege een iets hoger gehalte en een iets lagere opbrengst lag de afvoer omstreeks hetzelfde niveau als bij KAS. Een verbetering van de N-benutting door een rijenplaatsing werd dus niet behaald. Mogelijk heeft plaatsing van stikstof in de vorm van Urean in de rij gedurende het seizoen negatieve effecten op de kwaliteit, in de vorm van zout, plantbeschadiging, of negatieve effecten op bodemstructuur.