

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 499

Snijmaïs met beperkt kunstmest fosfaat

Tweejarig veldonderzoek met verschillende vormen van rijenbemesting

Juli 2011



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2011

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research en Central Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen met het Departement Dierwetenschappen van Wageningen University de Animal Sciences Group van Wageningen UR (University & Research centre).

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

In 2008 and 2010 field research was carried out on sandy soil with different forms of starter fertilisation in silage maize at different fertilisation levels of nitrogen and phosphate. No differences were found in yield and composition of the silage maize among the forms of starter fertilisation studied. A supplementary amount of nitrogen from fertiliser in addition to an amount of slurry had a yield-increasing effect, while a supplementary phosphate amount had hardly any effect.

Keywords

Silage maize, starter fertilisation, artificial fertiliser, nitrogen, phosphate, cattle slurry, sandy soil

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteurs

H.A. van Schooten
J.W. van Riel

Titel

Snijmaïs met beperkt kunstmest fosfaat

Rapport 499

Samenvatting

In 2008 en 2010 is veldonderzoek uitgevoerd op zandgrond met verschillende vormen van rijenbemesting in snijmaïs bij verschillende bemestingsniveaus van stikstof en fosfaat. Er waren geen verschillen in opbrengst en samenstelling van de snijmaïs tussen de onderzochte rijenbemestingsvormen. Een aanvullende stikstofkunstmestgift uit kunstmest bovenop een drijfmestgift had een opbrengst verhogend effect terwijl een aanvullende fosfaatgift nauwelijks effect had.

Trefwoorden

Snijmaïs, rijenbemesting, kunstmest, stikstof, fosfaat, runderdrijfmest, zandgrond



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Rapport 499

Snijmaïs met beperkt kunstmest fosfaat

Silage maize with limited phosphate fertiliser

H.A. van Schooten
J.W. van Riel

Juli 2011

Voorwoord

Voor u ligt het rapport van het onderzoeksproject “Snijmaïs met beperkt kunstmest fosfaat”. In dit rapport worden de resultaten beschreven van twee jaar veldonderzoek met verschillende vormen van rijenbemesting in snijmaïs.

De Nederlandse landbouw moet het fosfaatgebruik reduceren. Efficiënt omgaan met fosfaat is daarom een belangrijke sleutel voor de ontwikkeling van de melkveehouderij in Nederland. De grote uitdaging is om de fosfaatefficiënte op bedrijfsniveau te verbeteren. Dit kan zowel via het voer als via de bemesting.

Snijmaïs is naast gras het belangrijkste voedergewas in Nederland, jaarlijks wordt meer dan 230.000 hectare verbouwd. Vanuit het mestbeleid is het streven om te komen tot een evenwichtsbemesting voor fosfaat. Voor de melkveehouder is het belangrijk om binnen die randvoorwaarde een maximale opbrengst te halen. Hierdoor kan de aankoop van voeders beperkt blijven, wat de kostprijs drukt. Dit betekent dat meststoffen zo efficiënt mogelijk moeten worden ingezet. In dit onderzoek is gekeken naar de mogelijkheden van een aantal alternatieve rijenbemestingsvormen om fosfaat beter te kunnen benutten.

Het project is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research. De uitvoering van de veldproeven is verzorgd door proefbedrijf PPO Vredepeel.

Het onderzoek is financieel mogelijk gemaakt door Productschap Zuivel.

Dr. Ir. Gert van Duinkerken,
Afdelingshoofd Diervoeding

Samenvatting

Binnen het nieuwe mestbeleid is er voor veel maïstelers naast 30-40 m³ runderdrijfmest geen of weinig ruimte meer voor een aanvullende fosfaatgift uit kunstmest. Er is daarom behoefte aan vervanging van de gebruikelijke fosfaatbemesting. Hier wordt door het bedrijfsleven op ingespeeld door diverse alternatieve vormen van rijenbemesting op de markt te brengen. In een veldonderzoek zijn in 2008 en 2010 op zandgrond met een relatief lage fosfaattoestand (Pw-getal 32 en 33) vijf verschillende vormen van rijenbemesting onderzocht bij verschillende bemestingsniveaus van stikstof en fosfaat. De vijf onderzochte rijenbemestingsvormen waren:

- Standaard NP meststof (MaisMap)
- NP meststof plus humus en fulvozuren (Humifirst),
- Coating van het zaaizaad met fosfaat (Iseed)
- Granulaatmeststof (Physiostart)
- NP meststof plus nitrificatieremmer (Entec, alleen in 2010)

Uit de resultaten van onderzoek kwamen de volgende conclusies naar voren:

- Bij verschillende bemestingsniveaus van stikstof en fosfaat werden geen verschillen in opbrengst en samenstelling van snijmaïs gevonden tussen de onderzochte rijenbemestingsvormen.
- De grootte van de drijfmestgift had een duidelijk effect op de opbrengst van snijmaïs en wat samenstelling betreft alleen een effect op het N-gehalte. De drogestofopbrengst bij een gift van met 40 m³ runderdrijfmest was 755 tot ruim 1300 kg per ha hoger dan bij een gift van 20 m³ runderdrijfmest. Het N-gehalte was 1,2-1,3 g/kg ds hoger.
- Een aanvullende N-gift van 30 kg per ha bovenop een drijfmestgift van 20 en 40 m³ plus een NP-rijenbemesting (26 kg N + 7 kg P₂O₅) verhoogde de drogestofopbrengst gemiddeld met 417 kg per ha. Het verschil was bij het lage drijfmestgift iets hoger dan bij de hoge gift en was tevens afhankelijk van jaar en/of locatie. De aanvullende N-gift had geen noemenswaardig effect op de samenstelling van de maïs. Een extra hoge aanvullende kunstmestgift van 90 kg werkzame stikstof N-gift bovenop een gift van 40 m³ runderdrijfmest tendeerde naar een hogere opbrengst van ca. 600 kg drogestof per ha.
- Een aanvullende fosfaatgift van 15 kg per ha bovenop een drijfmestgift van 20 en 40 m³ plus een NP-rijenbemesting (26 kg N + 7 kg P₂O₅) had geen effect op de opbrengst en samenstelling van snijmaïs. Een extra hoge aanvullende fosfaatgift van 45 kg per ha bovenop een gift van 40 m³ runderdrijfmest had ook geen effect op de opbrengst.
- De drogestofopbrengst kon met behulp van een exponentieel model worden voorspeld op basis van alleen de werkzame stikstofgift. Zonder bemesting was de gemiddelde drogestofopbrengst 11,8 ton per ha. De maximale opbrengst van 17,6 ton drogestof per ha werd gehaald bij circa 150 kg werkzame stikstof uit bemesting.

Voor de praktijk betekenen de resultaten het volgende:

- Er kon niet worden aangetoond dat de onderzochte alternatieve vormen van rijenbemesting ten opzicht van de standaard NP-rijenbemesting een mogelijkheid zijn om een besparing N- en P-bemesting te realiseren.
- Een aanvullende stikstofgift in de rij is zeker zo belangrijk dan een aanvullende fosfaatgift voor de opbrengst in het jaar van toediening. Daarom wordt geadviseerd om naast een breedwerpige drijfmestgift van 35-40 m³/ha een kunstmestgift van minimaal 20 kg N in de rij toe te passen.
- Gezien de wisselende effecten van fosfaat(rijen)bemesting in verschillende onderzoeken is het advies om wanneer er nog ruimte is binnen de mestwetgeving een kleine hoeveelheid fosfaat als rijenbemesting te geven tijdens het zaaien.

Summary

Within the new manure policy, little to no room is left for many maize producers to apply a supplementary amount of phosphate from artificial fertiliser in addition to 30-40 m³ of cattle slurry. Therefore there is a need for an alternative to the usual phosphate fertilisation. The private industry has brought alternative forms of starter fertilisation to market. In a field research carried out on sandy soil with a relatively low phosphate condition (Pw-numbers 32 and 33) in 2008 and 2010, five different forms of starter fertilisation were studied at different fertilisation levels of nitrogen and phosphate.

These five were:

- Standard NP fertiliser (MaisMap)
- NP fertiliser plus humic and fulvic acids (Humifirst)
- Seed coating with phosphate (Iseed)
- Micro-granular fertiliser (Physiostart)
- NP fertiliser plus nitrification inhibitor (Entec, only in 2010)

The research resulted in the following conclusions:

- At different fertilisation levels of nitrogen and phosphate no differences were found in yield and composition of silage maize among the forms of starter fertilisation studied.
- The slurry rate had a significant effect on the yield of silage maize and as far as composition is concerned only affected the N-content. The dry matter yield at a rate of 40 m³ of cattle slurry was 755 to over 1300 kg/ha higher than at a rate of 20 m³. The N-content was 1.2-1.3g/kg of dry matter higher.
- A supplementary amount of N of 30 kg/ha in addition to the slurry amount of 20 and 40 m³ plus NP-starter fertilisation (26 kg N + 7 kg P₂O₅) increased the dry matter yield by 417 kg/ha on average. The difference was somewhat greater at the low slurry amount and also depended on year and/or location. The supplementary N-amount did not notably affect the composition of the maize. An extra high supplementary amount of 90 kg of active nitrogen in addition to an amount of 40 m³ cow slurry tended towards a higher yield of approximately 600 kg of dry matter/ha.
- A supplementary phosphate amount of 15 kg/ha in addition to a slurry amount of 20 and 40 m³ plus NP-starter fertilisation (26 kg N + 7 kg P₂O₅) did not have any effect on the yield and composition of fodder maize. An extra high supplementary amount of phosphate of 45 kg/ha in addition to an amount of 40 m³ of cow slurry did not affect the yield either.
- By using an exponential model, the dry matter yield could be predicted on the basis of only the mineral nitrogen amount. Without fertilisation the average dry matter yield was 11.8 tons/ha. The maximum yield of 17.6 tons of dry matter/ha was realised at approximately 150 kg of mineral nitrogen from fertilisation.

For practice the results mean:

- It could not be demonstrated that the alternative forms of starter fertilisation studied are a means of realising a decrease in N- and P-fertilisation in relation to the standard NP-starter fertilisation.
- A supplementary amount of banded nitrogen fertilisation is as important as a supplementary phosphate amount for the yield in the year of application. That is why it is advised to apply, next to broadcast slurry application of 35-40 m³/ha, an amount of at least 20 kg N as a starter fertiliser .
- Considering the various effects in phosphate (starter) fertilisation in different other studies, it is recommended to apply a small amount of phosphate as starter fertilisation, if the P-directive does allow.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methoden	2
2.1	Proefopzet.....	2
2.2	Locaties.....	3
2.3	Teelt en bemesting.....	4
2.4	Gerealiseerde behandelingen.....	5
2.5	Groeiomstandigheden.....	5
2.6	Waarnemingen.....	7
2.7	Statistiek.....	7
2.7.1	Variantie analyse	7
2.7.2	Overall analyse N en P werking.....	7
3	Resultaten.....	8
3.1	Effecten van rijenmeststof, drijfmestgift, aanvullende N-kunstmestgift en aanvullende P-kunstmestgift	8
3.2	Effect van aanvullende behandelingen.....	10
3.3	Overall analyse N en P effect op opbrengst	12
4	Discussie	14
4.1	Effect van NP-rijenbemesting naast een drijfmestgift.....	14
4.2	Effect van verschillende rijenbemestingsvormen.....	14
4.3	Effect van aanvullende fosfaatgift.....	15
4.4	Effect van een aanvullende stikstofgift.....	16
4.5	Relatie N-bemesting en opbrengst	16
5	Conclusies	17
6	Praktijktoepassingen.....	18
	Literatuur	20
	Bijlagen.....	21
	Bijlage 1 Proefveldschema 2008	21
	Bijlage 2 Teeltwerkzaamheden per locatie	23
	Bijlage 3 Resultaten per plot.....	24
	Bijlage 4 Voorbeeld ANOVA analyse.....	28
	Bijlage 5 Resultaten variantie analyse 2008.....	33
	Bijlage 6 Resultaten variantie analyse 2010.....	36

1 Inleiding

Vanuit het mestbeleid wordt de toegestane ruimte voor fosfaatkunstmest op gras en maïs verder beperkt. Het streven is te komen tot een evenwichtsbemesting voor fosfaat. Dit betekent dat er net zoveel fosfaat uit organische mest en kunstmest mag worden aangevoerd als er met gewas wordt afgevoerd. Hierbij wordt van een gemiddelde afvoer met het gewas uitgegaan. Op dit moment is de voorgenomen norm in 2013 afhankelijk van de bodemtoestand 55-85 kg P₂O₅ per ha voor bouwland. Dit betekent dat er voor veel maïstelers naast 30-40 m³ runderdrijfmest geen of weinig ruimte meer is voor een aanvullende fosfaatgift uit kunstmest.

Om het teeltrisico te beperken en de beginontwikkeling te stimuleren is een goede fosfaatbeschikbaarheid direct na zaaien van belang. Dit kan uit de bodemvoorraad en/of uit bemesting komen. Bij de teelt van snijmaïs was het daarom gebruikelijk om tijdens het zaaien een rijenbemesting te geven met 100-150 kg/ha Maismap met 20% N en 20% P₂O₅). Deze hoeveelheid is echter niet meer mogelijk. Voor de praktijk betekent dit dat er behoefte is aan vervanging van de gebruikelijke (fosfaat)bemesting. Hier wordt door het bedrijfsleven middels diverse alternatieve vormen van "rijenbemesting" op ingespeeld. Voorbeelden hiervan zijn fosfaatcoating van maïszaad, granulaatmeststoffen of toevoegingen aan minerale meststoffen die wortelgroei stimuleren. Bij toepassing van dergelijke alternatieve vormen van rijenbemesting wordt veelal geadviseerd om de standaard rijenbemesting deels of helemaal achterwege te laten.

Voor loonwerkers is een bijkomend logistiek voordeel dat er kleinere hoeveelheden meststoffen verwerkt hoeven te worden. Gevolg is dat de toepassing van de verschillende producten een sterk toeneemt.

Het is voor de praktijk onvoldoende duidelijk of en onder welke omstandigheden de verschillende middelen werken. Leveren de middelen daadwerkelijk een bijdrage aan een hogere beschikbaarheid van fosfaat (en andere mineralen) of is fosfaat minder beperkend dan werd gedacht. Uit (recent) onderzoek is gebleken dat fosfaat in veel gevallen bij de teelt van snijmaïs niet de beperkende factor vormt (Bruinenberg et al, 2004; Habekotté et al, 1999; Holshof en Van Riel, 2006; Schröder et al, 2001). Dit alles maakt het voor de praktijk lastig om de juiste keuzes te maken ten aanzien van het gebruik van rijenbemesting bij het zaaien van maïs.

Uit een deskstudie voorafgaand aan dit onderzoek (Middelkoop et al., 2011) is informatie van een aantal verschillende nieuwe producten op een rij gezet en een kwalitatieve inschatting gemaakt van het mogelijke effect van de fosfaatbemesting. Deze informatie is gebruikt bij de opzet van het in dit rapport beschreven onderzoek. Doel van dit onderzoek is om meer kwantitatieve informatie voor de snijmaïstelers te krijgen over de werking en de mogelijke besparing op kunstmest fosfaat van een aantal alternatieve vormen van rijenbemesting.

2 Materiaal en methoden

2.1 Proefopzet

In 2008 en 2010 is middels een veldproef onderzoek gedaan naar de werking van vijf verschillende vormen van kunstmestrijenbemesting. Deze waren:

- Standaard NP meststof (MaïsMap)
- NP meststof plus humus en fulvozuren (Humifirst),
- Coating van het zaaizaad met fosfaat (Iseed)
- Granulaatmeststof (Physiostart)
- NP meststof plus nitrificatieremmer (Entec, alleen in 2010)

In paragraaf 2.3 staat meer informatie over de gebruikte rijenbemestingsvormen. Om na te gaan of eventuele verschillen tussen de rijenbemestingsvormen afhankelijk waren van het bemestingsregiem werden de vijf rijenbemestingsvormen vergeleken bij verschillende stikstof en fosfaatbemestingsniveaus. Deze niveaus werden gevormd door een combinatie van de volgende factoren:

- Twee verschillende runderdrijfmestgiften, 20 en 40 m³/ha.
- Twee aanvullende N-kunstmestgiften, 30 en 60 kg werkzame N/ha. Hiervan werd 30 kg in de vorm van rijenbemesting gegeven, waarbij rekening werd gehouden met een beter werking van een factor 1,25. De beide niveaus werden dus gerealiseerd door 24 kg stikstof /ha rijenbemesting en 24 kg/ha rijenbemesting plus 30 kg/ha breedwerpig.
- Twee aanvullende fosfaatkunstmestgiften, 15 en 30 kg werkzame P₂O₅/ha. Hiervan werd 15 kg in de vorm van rijenbemesting gegeven, waarbij rekening werd gehouden met een beter werking van een factor 2. De beide niveaus werden dus gerealiseerd door 7,5 kg fosfaat /ha als rijenbemesting en 7,5 kg/ha als rijenbemesting plus 15 kg/ha als een breedwerpige gift.

De verschillende factoren werden vergeleken in een gebalanceerd factorieel design. Hiervoor is gekozen omdat met deze opzet het effect van een factor kan worden berekend over de ander de andere factoren heen. Hierdoor is het mogelijk om het effect van een factor statistisch te toetsen terwijl de afzonderlijke combinaties van factoren in enkelvoud kunnen worden aangelegd.

In 2008 had het design 4 (kunstmest rijenbemestingsvormen) * 2 (drijfmesttrappen) * 2 (N-trappen) * 2 (fosfaattrappen) = 32 combinaties. In 2010 waren er 5 kunstmest rijenbemestingsvormen, daarmee had het design 5*2*2*2= 40 combinaties. De combinaties zijn in een blokkenproef (4 blokken) aangelegd met in 2008 8 veldjes en in 2010 10 veldjes per blok voor het factorieel design. Dit deel wordt in het vervolg aangeduid als de kernproef.

Om wat extra informatie te krijgen over N en P respons en over effecten van runderdrijfmestgiften en zaadcoating en microgranulaat zonder aanvullende kunstmestgiften werden in het onderzoek naast de kernproef totaal zeven aanvullende behandelingen onderzocht:

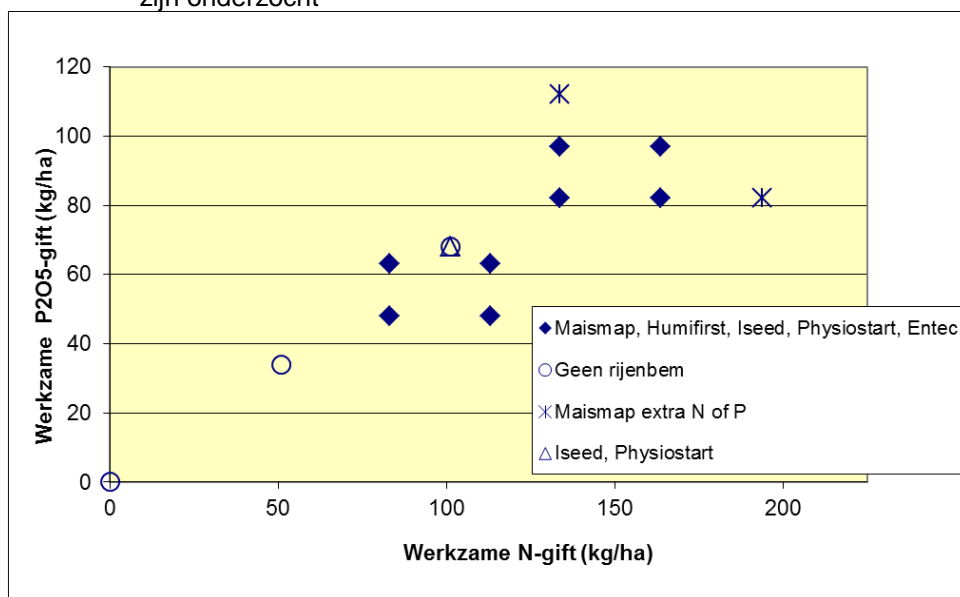
- Geen bemesting
- 20 ton runderdrijfmest per ha, alleen in 2010
- 40 ton/ha runderdrijfmest
- 40 ton/ha runderdrijfmest + zaadcoating (Iseed)
- 40 ton/ha runderdrijfmest + microgranulaat (20 kg/ha Physiostart)
- 40 ton/ha runderdrijfmest + extra hoge kunstmest-P gift (7 kg/ha in de rij plus 30 kg/ha volvelds)
- 40 ton/ha runderdrijfmest + extra hoge kunstmest-N gift (26 kg/ha in de rij plus 60 kg/ha volvelds)

Omdat deze behandelingen niet binnen de factoriële opzet pasten werden deze onderzocht volgens het principe van een gewarde blokkenproef met vier herhalingen.

In figuur 1 is schematisch weergegeven bij welke combinaties van werkzame stikstof en fosfaat de verschillende vormen van rijenbemesting werden onderzocht.

In bijlage 1 zijn de proefveldschema's van 2008 en 2010 weergegeven. De bruto oppervlakte van de veldjes in 2008 was 6 x 15,75 = 94,50 m² en in 2010 6 x 12 = 72 m². De netto oppervlaktes waren resp. 3 x 15,25 = 45,75 m² en 3 x 10,1 = 30,3 m²

Figuur 1 Giften aan werkzame stikstof en fosfaat waarbij de verschillende rijenbemestingssoorten zijn onderzocht



2.2 Locaties

Zowel in 2008 als in 2010 werd de veldproef aangelegd op een zandgrond. In 2008 was het een perceel in de omgeving van proefbedrijf Vredepeel (51°33'21.00" N, 5°51'15.00" O) en in 2010 was het een perceel van het proefbedrijf zelf. Op beide locaties betrof het een veldpodzol (jonge ontginningsgrond) met leemarm en zwak lemig zand (Hn 21). De bouwvoordiepte was 25-30 cm en de bewortelingsdiepte 50-60 cm. De grondwatertrap was op beide locaties GT VII (GHG 80-140cm. en GLG >120cm.) Om een effect van een (aanvullende) fosfaatbemesting en stikstofbemesting te mogen verwachten zijn percelen gekozen met een matige fosfaattoestand en organische stofgehalte. Op beide locaties is in het voorjaar voorafgaand aan de bemesting een grondmonster genomen. In tabel 1 staan de bodemanalyses van de beide locaties.

Tabel 1 Bodemanalyses van de proeflocaties in 2008 en 2010 (laag 0-25 cm)

Locatie	Org.stof (%)	pH	Pw (mg P ₂ O ₅ /l)	PAI (mg P ₂ O ₅ /100g)	P-PAE (mg P/kg)	K-getal	Mg (mg Mg/kg)	B (µg B/kg)
2008	3,8	5,8	33	36	1,6	10	71	135
2010	3,6	5,5	32	28	0,9	13	119	128

De percelen op beide locaties waren meer dan 10 jaar als bouwland in gebruik. In tabel 2 zijn de bouwplannen vanaf 2000 van beide locaties weergegeven.

Tabel 2 Bouwplannen sinds 2000 van de proeflocaties 2008 en 2010

Jaar	Gewas	
	Locatie 2008	Locatie 2010
2000	Suikerbieten	Triticale
2001	Snijmaïs	Zomergerst
2002	Aardappelen	Aardappelen
2003	Snijmaïs	Suikerbieten
2004	Suikerbieten	Snijmaïs
2005	Snijmaïs	Zomergerst
2006	Aardappelen	Suikerbieten
2007	Snijmaïs	Zomergerst
2008	Snijmaïs (proef)	Snijmaïs
2009	N.v.t.	Stamslabonen
2010	N.v.t.	Snijmaïs (proef)

2.3 Teelt en bemesting

In het onderzoek werden vijf vormen van rijenmeststoffen toegepast. Onderstaand wordt een korte omschrijving van deze meststoffen gegeven.

- Maïsmap: 26% N + 7% P₂O₅ + 0,2% B. Standaard minerale korrelmeststof.
- Humifirst: 17% N + 5% P₂O₅ + 0,2% B. Minerale korrelmeststof waaraan humus- en fulvozuren zijn toegevoegd. Deze moeten zorgen voor een betere wortelontwikkeling ten opzicht van standaard MaïsMap.
- Iseed: meststofcoating van het zaad met een laagje fosfaat (0,5 kg per ha). Deze coating moet direct na het kiemen de beginontwikkeling van het maïsplantje stimuleren
- Physiostart: 8% N + 28% P₂O₅ + 23% SO₃ + 2% Zn. Granulaatmeststof dat gebaseerd is op zeewier, wat erop gericht is om de wortelontwikkeling te stimuleren. Adviesdosering is 20 kg per ha. Daarmee wordt 1,6 kg N en 5,6 kg P₂O₅ per ha gegeven.
- Entec: 26%N + 7% P₂O₅ + 0,2% B. Deze meststof bevat een nitrificatieremmer om de omzetting van ammoniumstikstof in nitraatstikstof te vertragen, waardoor de kans op uitspoeling vermindert. Daarnaast moet de positieve lading van de ammoniumstikstof de fosfaatopname positief beïnvloeden.

Voor de breedwerpige aanvulling van stikstof en fosfaat werd respectievelijk Kalkammonsalpeter (KAS, 27% N) en Tripelsuperfosfaat (45% P₂O₅) gebruikt. Om te voorkomen dat kali een beperkende factor zou kunnen vormen werden in beide proefjaren alle behandelingen bemest met 500 kg per ha Patentkali (30% K₂O).

In tabel 3 zijn per locatie de tijdstippen van de meest relevante teeltwerkzaamheden weergegeven. In bijlage 2 zijn de teeltwerkzaamheden uitgebreider weergegeven.

Tabel 3 Teeltwijze en data in de beide proefjaren

Activiteit	Locatie	
	2008	2010
Basisbemesting Borium	30 januari	9 februari
Drijfmest injectie	22 april	25 maart
Kunstmest breedwerpig	23 april	24 maart
Ploegen met vorenpakker	7 mei	9 april
Zaaien plus rijenbemesting	9 mei	19 april
Chemische gewasbescherming	22 mei en 10 juni	20 mei en 3 juni
Beregening		28 juni en 6 juli
Oogst	2 oktober	20 september

De drijfmest werd voor het ploegen toegediend met een bouwlandinjecteur op een diepte van 5-10 cm. De afstand tussen de injectietanden was 25 cm. De samenstelling van de drijfmest is weergegeven in tabel 4. De ploegdiepte was ongeveer een 25 cm. Aan de ploeg waren woelers (ondergronders) gemonteerd die tot 35 cm diepte werkten.

De rijenmeststoffen in korrelvorm werden toegediend volgens de standaard methode. D.w.z. in één werkgang met het maïs zaaien met een kunstmestkouter ca. 5 cm onder en 5 cm naast de maïsrij. De granulaatmeststof werd met behulp van een speciale zaaiinrichting op de maïszaamachine gelijktijdig met het maïs zaaien in de zaaisleuf toegediend. Zowel in 2008 als in 2010 werd het maïsras Adenzo gezaaid bij een zaaidichtheid van 100.000 zaden per ha.

Tabel 4 Samenstelling van de drijfmest (g/kg)

Locatie	Drogestof	N-totaal	N-NH3	N-org	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
2008	91	4,4	2,3	2,1	1,8	5,5	1,5
2010	89	4,5	2,0	2,5	1,6	4,3	1,2

2.4 Gerealiseerde behandelingen

De gerealiseerde bemestingsgiften van de verschillende behandelingen lagen in 2008 en 2010 dicht bij elkaar en lagen dicht bij de geplande giften. In tabel 5 zijn daarom de gemiddelde gerealiseerde giften aan stikstof en fosfaat van 2008 en 2010 weergegeven. Met de rijenbemestingsvormen Iseed en Physiostart was het niet mogelijk om circa 24 kg stikstof en 7 kg fosfaat per ha in de rij te geven. Om ook bij deze rijenbemestingsvormen vergelijkbare hoeveelheden stikstof en fosfaat in de rij te geven werden deze aangevuld met een NP-meststof (26% N + 7% P₂O₅) of KAS (27% N) in de rij.

Tabel 5 Gerealiseerde bemestingen, gemiddeld over locatie 2008 en 2010

Proefopzet	RDM (ton/ha)	Rijenbemestings- vormen ¹⁾	Aanvullende kunstmestgift (kg/ha)				Gift (kg/ha) ²⁾			
			Stikstof		Fosfaat		Stikstof		Fosfaat	
			Rij	Breedw	Rij	Breedw	Totaal	Werkzaam	Totaal	Werkzaam
Factoriële opzet (kernproef)	20	M, H, I, P, E ³⁾	26		7		114	83	41	48
	20	M, H, I, P, E ³⁾	26		7	15	114	83	56	63
	20	M, H, I, P, E ³⁾	26	30	7		144	113	41	48
	20	M, H, I, P, E ³⁾	26	30	7	15	144	113	56	63
	40	M, H, I, P, E ³⁾	26		7		202	134	75	82
	40	M, H, I, P, E ³⁾	26		7	15	202	134	90	97
	40	M, H, I, P, E ³⁾	26	30	7		232	164	75	82
	40	M, H, I, P, E ³⁾	26	30	7	15	232	164	90	97
Gewarde blokkenproef	0	Geen	0		0		0	0	0	0
	20 ³⁾	Geen	0		0		88	51	34	34
	40	Geen	0		0		176	101	68	68
	40	Iseed	0		0		176	101	68	68
	40	P	2		6		178	104	74	80
	40	M	26		7	30	202	134	105	112
	40	M	26	60	7		262	194	75	82

¹⁾ M = Maïsmap, H = Humifirst, I = Iseed, P = Physiostart en E = Entec.

²⁾ Stikstof-werkzaam berekend als $RDM * 4.45 * 0.575 + N\text{-rij} * 1,25 + N\text{-Breedw}$.

Fosfaat-werkzaam berekend als $RDM * 1.7 + P_2O_5\text{-Rij} * 2 + P_2O_5\text{-Breedw}$.

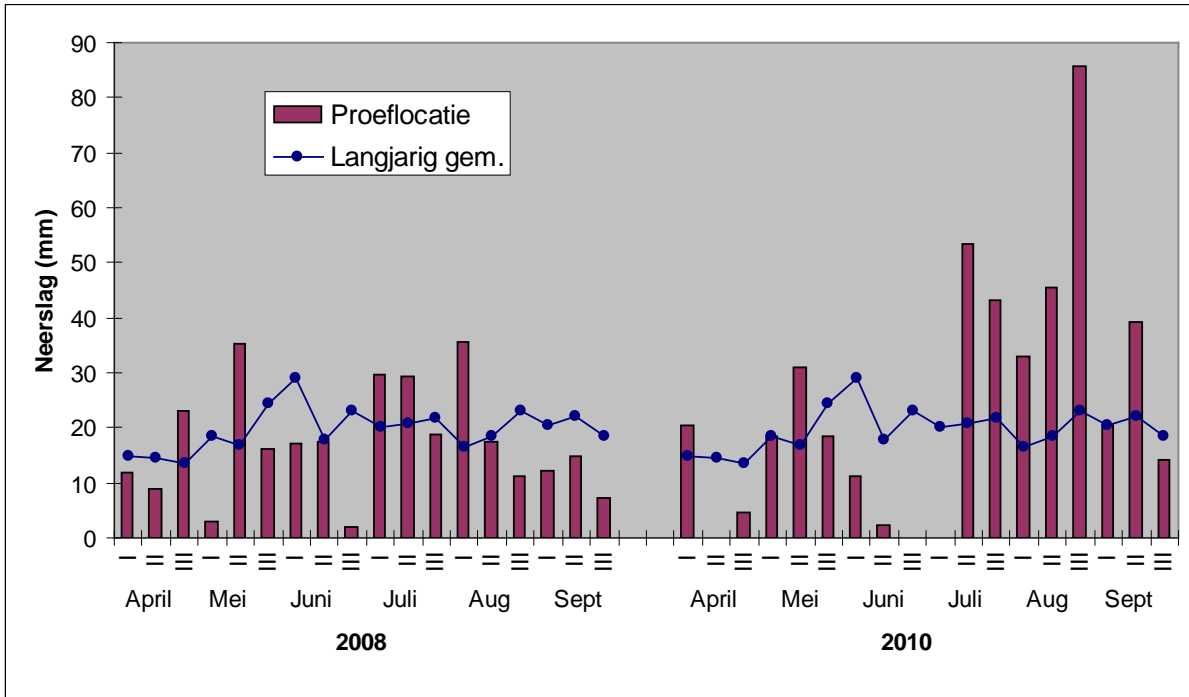
³⁾ Alleen in 2010 onderzocht

2.5 Groeiomstandigheden

Neerslag

Op basis van de som van de neerslag was het groeiseizoen (april-september) van 2008 iets droger dan het langjarig gemiddelde (311 mm ten opzichte van 354 mm)(zie figuur 2). Vooral de eerste decade van mei en de laatste decade van juni waren droger dan normaal. Dit resulteerde echter niet in een vochttekort voor het gewas. In het groeiseizoen van 2010 viel er totaal bijna 90 mm meer neerslag dan het langjarig gemiddelde. Dit werd veroorzaakt in het tweede deel van het groeiseizoen, vooral augustus was een relatief natte maand. De periode eind juni-begin juli was erg droog. In de laatste decade van juni en in de eerste van juli viel er zelfs helemaal geen neerslag. Het neerslag tekort is daarom in die periode twee keer aangevuld door beregening met circa 30 mm per keer om groeireductie van het gewas als gevolg van vochttekort te voorkomen.

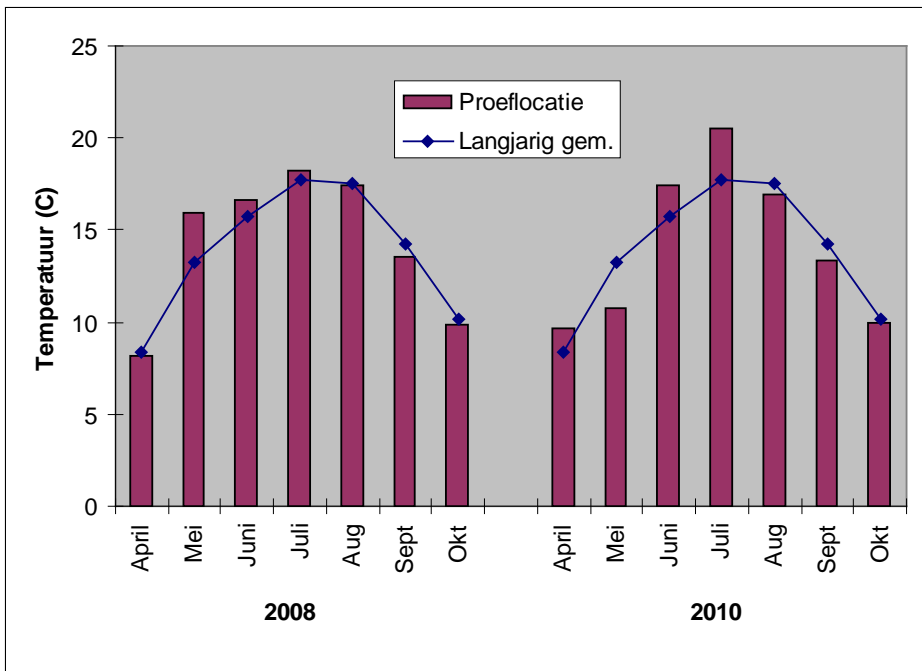
Figuur 2 Neerslag per decade op de proeflocatie in het groeiseizoen van de jaren 2008 en 2010 en het langjarig gemiddelde (bron: KNMI)



Temperatuur

De gemiddelde maandtemperaturen in het groeiseizoen van 2008 kwamen aardig overeen met die van het langjarig gemiddelde (zie figuur 3). Alleen de maand mei was wat warmer dan normaal. Het groeiseizoen van 2010 kenmerkte zich door een relatief koude maand mei en relatief warme maanden juni en juli ten opzichte van het langjarig gemiddelde. In mei ondervond het gewas stress van de lage temperaturen en kleurde het gewas geel en paars waardoor de groei tijdelijk enigszins stagneerde. Op het oog waren daarbij geen verschillen tussen de verschillende behandelingen te constateren.

Figuur 3 Gemiddelde maandtemperaturen op de proeflocatie van 2008 en 2010 en het langjarig gemiddelde (bron: KNMI)



2.6 Waarnemingen

Opbrengst

De maïs werd geoogst met een proefveldhakselaar. Dit was een trekker waar voorop een tweerijige radhakselaar was gemonteerd. Van alle behandelingen werd per veldje de maisopbrengst van de netto-oppervlakte gewogen. Uit het gehakselde materiaal werd per veldje een monsters van circa 750 gram genomen. Dit monster werd gedroogd bij 105 °C voor bepaling van het gehalte aan drogestof (ds). Op basis van het verse gewicht en het ds-gehalte werd de ds-opbrengst berekend.

Gewasanalyse

Per veldje werd een tweede monster genomen van 750 gram. Deze monsters werden gedroogd bij 70 °C. en opgestuurd naar Agrarisch Laboratorium Noord-Nederland (ALNN). Daar werden ze geanalyseerd op het gehalte aan zetmeel, N-totaal en P-totaal, ruwe celstof (rc), ruw eiwit (re) en ruw as (ras). Op basis van de chemische samenstelling werd de voederwaarde (VEM, DVE en OEB) berekend volgens de voorschriften van het Centraal Veevoederbureau (CVB, 1999).

2.7 Statistiek

2.7.1 Variantie analyse

De opbrengst- en samenstellingsparameters werden geanalyseerd door middel van variantieanalyse met behulp van de procedure ANOVA van het statistische programma Genstat (Genstat Committee, 2006). De proef bestond naast een gebalanceerd (factorieel) deel uit een aantal specifieke aanvullende behandelingen. Hierdoor is integrale analyse niet mogelijk in Anova omdat de opzet in zijn totaliteit niet factorieel is. Dit is opgelost door binnen de totale analyse de effecten van het factoriele deel te toetsen met behulp van 'nesting'. De effecten van extra objecten konden met specifieke contrasten worden getoetst.

De oorspronkelijk opzet van de proef was zodanig dat een integrale analyse van alle veldjes van beide proefjaren in dezelfde statistische analyse mogelijk was. Hierin kon naast de toetsing van de effecten in het factoriele gedeelte (dus hoofdeffecten en interacties) ook de toetsing van extra objecten worden uitgevoerd.

Door de uitbreiding met extra proefbehandelingen (Entec en alleen 20 m³ drijfmest) in het tweede proefjaar, was een integrale analyse over 2 proefjaren met ANOVA niet volledig mogelijk. Dit is opgelost door:

- a) Een analyse over proefjaren heen met alle proefobjecten die in beide proefjaren bestonden.
- b) Een analyse op alleen het tweede proefjaar met alle proefobjecten in het tweede proefjaar (dus inclusief Entec en extra object met alleen 20 m³ drijfmest).

2.7.2 Overall analyse N en P werking

Naast de hierboven beschreven ANOVA analyse is er ook een regressie analyse uitgevoerd. Hierin is de respons op de doses werkzame stikstof en werkzame fosfaat bij de verschillende rijenbemestingsvormen gemodelleerd. De analyse is uitgevoerd met behulp van de REML (Residual Maximum Likelihood) procedure van het statistisch programma Genstat (Genstat Committee, 2006). Hierbij is geen onderscheid meer gemaakt naar de herkomst van deze stikstof en fosfaat (uit drijfmest of uit kunstmest). Het betreft dus een voorspellend model op basis van hoeveelheid bemesting, gebaseerd op de resultaten van beide proefjaren (locatie 2008 en 2010).

3 Resultaten

In bijlage 3 zijn alle resultaten van de beide proefjaren 2008 en 2010 op plotniveau weergegeven. In dit hoofdstuk worden de gemiddelde resultaten van de kernproef met de factoriële opzet en de aanvullende behandelingen weergegeven. In bijlage 4 is een voorbeeld van een Anova-analyse weergegeven en in bijlage 5 en 6 zijn de resultaten per proefjaar weergegeven.

3.1 Effecten van rijenmeststof, drijfmestgift, aanvullende N-kunstmestgift en aanvullende P-kunstmestgift

Uit de statistische analyse bleken er nauwelijks interactie effecten te zijn tussen de factoren rijenbestedingsvorm, drijfmestgift, aanvullende N-gift en aanvullende P-gift. Daarom zijn in tabel 5 en 6 alleen de hoofdeffecten op de opbrengst en samenstelling van de maïs weergegeven. Eventuele interacties worden in de tekst genoemd.

Tussen de verschillende rijenmeststoffen waren er gemiddeld over de beide jaren geen significante verschillen in verse opbrengst en opbrengsten aan drogestof, stikstof en fosfaat (tabel 6). Alleen in 2010 had Physiostart een iets lagere opbrengst dan de Standaard NP meststof. Dit werd veroorzaakt door een iets lager drogestofgehalte (zie bijlage 6). Een drijfmestgift van 40 m³ per ha gaf gemiddeld een hogere verse opbrengst (3201 kg) en een hogere opbrengst aan drogestof (755 kg) en stikstof (29 kg) per ha dan een drijfmestgift van 20 m³ per ha. Het drogestofgehalte van de maïs bemest met 40 m³ was 0,7% (absoluut) lager dan van de maïs bemest met 20 m³ per ha. Er zat geen verschil in fosfaatopbrengst tussen de beide drijfmestgiften omdat de hogere opbrengst aan drogestof teniet werd gedaan door een iets lagere (niet significant) P-gehalte. Een aanvullende breedwerpige stikstofgift van 30 kg bovenop een rijenbemesting van 26 kg per ha gaf een hogere verse opbrengst (1376 kg) en een hogere drogestofopbrengst van gemiddeld 417 kg per ha. Dit verschil werd vooral veroorzaakt door Locatie 2008. De opbrengstverhoging was bij een drijfmestgift van 20 m³ per ha wat groter (571 kg per ha) dan bij 40 m³ per ha (263 kg per ha). In tegenstelling tot de verwachting was dit geen significant interactie-effect. Een aanvullende breedwerpige fosfaatgift van 15 kg per ha bovenop een gift in de rij van 7 kg per ha had geen significant effect op de verschillende opbrengstparameters.

Tabel 6 Hoofdeffecten van rijenbemestingsvorm, drijfmestgift en aanvullende N-gift uit kunstmest op de opbrengst

		Verse opbrengst (kg/ha)	Drogestofgehalte (%)	Drogestofopbrengst (kg/ha)	Stikstofopbrengst (kg/ha)	Fosfaatopbrengst (kg/ha)
Rijenmeststof	Standaard NP	49614	34.94	17310	190	71
	Humifirst	50226	34.35	17219	188	74
	Iseed	50079	34.16	17083	190	75
	Physiostart	49794	33.90	16848	187	72
	Entec ¹⁾	50317	34.20	17189	184	66
	F-prob	0.854	0.186	0.522	0.989	0.812
	Lsd	ns	ns	ns	ns	ns
Drijfmest	20	48328	34.69	16738	174	73
	40	51529	33.99	17493	203	73
	F-prob	<0.001 ***	0.046 *	<0.001 ***	<0.001 ***	0.978 ns
	Lsd	1013	0.68	369	8.4	5.3
N-Kunstmest	26 rij	49240	34.41	16907	185	71
	26 rij + 30 breedw	50616	34.27	17324	192	75
	F-prob	0.009 **	0.964 ns	0.027 *	0.101 ns	0.179 ns
	Lsd	1013	0.68	369	8.4	5.3
P-Kunstmest	7 rij	50019	34.12	17039	189	73
	7 rij + 15 breedw	49837	34.56	17192	187	73
	F-prob	0.725 ns	0.204 ns	0.410 ns	0.615 ns	0.734 ns
	Lsd	1013	0.68	369	8.4	5.3

¹⁾ Entec alleen in 2010 onderzocht, waarden zijn gecorrigeerd voor verschil tussen overall gemiddelde van 2010 ten opzichte van 2008+2010

Ns = niet significant= $p \geq 0,1$; ~ = $0,1 > p \geq 0,05$; * = $0,05 > p \geq 0,01$; ** = $0,01 > p \geq 0,001$; ***= $p < 0,001$

Er waren geen significante verschillen in samenstelling tussen de verschillende rijenmeststoffen (tabel 6). Het stikstofgehalte van de maïs bemest met 40 m³ drijfmest per ha was 1,2 g/ kg ds hoger dan van de maïs bemest met 20 m³ per ha. Dit resulteerde in een iets hogere DVE waarde (2 eenheden) en een iets hogere OEB waarde (3 eenheden). Zowel een aanvullende breedwerpige stikstofgift van 30 kg bovenop een gift in de rij van 26 kg per ha als een aanvullende breedwerpige fosfaatgift van 15 kg bovenop een gift in de rij van 7 kg hadden geen significante effecten op de samenstelling van de maïs.

Tabel 7 Hoofdeffecten van rijenbemestingsvorm, drijfmestgift en aanvullende N-gift uit kunstmest op de samenstelling (g/kg ds)

		Zetmeel	N-gehalte	P-gehalte	VEM	DVE	OEB
Rijenmeststof	Standaard NP	357	10.9	1.8	950	56	-45
	Humifirst	357	10.9	1.9	950	56	-45
	Iseed	364	11.1	1.9	955	56	-44
	Physiostart	354	11.1	1.9	949	56	-45
	Entec ¹⁾	348	10.7	1.7	944	55	-45
	F-prob	0.346	0.943	0.768	0.471	0.989	0.919
	Lsd	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Drijfmest	20	361	10.4	1.9	953	55	-46
	40	355	11.6	1.8	949	57	-43
	F-prob	0.178	<0.001	0.231	0.134	<0.001	0.001
		ns	***	ns	ns	***	**
	Lsd	8.5	0.47	0.13	5.9	0.9	1.3
N-Kunstmest	26 rij	356	10.9	1.8	950	55	-45
	26 rij + 30 breedw	360	11.1	1.9	952	56	-44
	F-prob	0.355	0.541	0.471	0.390	0.250	0.108
	Lsd	ns	ns	ns	ns	ns	ns
P-Kunstmest	7 rij	357	11.1	1.9	951	56	-45
	7 rij + 15 breedw	360	10.9	1.9	951	55	-45
	F-prob	0.486	0.384	0.885	0.766	0.405	0.951
	Lsd	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Lsd	8.5	0.47	0.13	5.9	0.9	1.3

¹⁾ Entec alleen in 2010 onderzocht, waarden zijn gecorrigeerd voor verschil tussen overall gemiddelde van 2010 ten opzichte van 2008+2010

3.2 Effect van aanvullende behandelingen

In tabel 8 zijn de opbrengstresultaten van de aanvullende behandelingen weergegeven. De behandeling zonder bemesting had duidelijk de laagste verse en drogestofopbrengst met resp. bijna 34 ton en 11,9 ton per ha. Een bemesting met 20 m³ runderdrijfmest per ha verhoogde de verse opbrengst met bijna 11 ton tot 45 ton en de drogestof opbrengst met bijna 4 ton tot 15,7 ton per ha. Een bemesting met 40 m³ runderdrijfmest per ha verhoogde ten opzichte van 20 m³ de verse opbrengst met bijna 5,5 ton tot 50,5 ton en de drogestof opbrengst met 1,3 ton tot ruim 17 ton per ha. De rijenbemestingsvarianten Iseed, Physiostart en extra hoge fosfaatgift (30-45) gaven geen hogere opbrengst ten opzicht van alleen 40 m³ runderdrijfmest. Het verschil tussen alleen 40 m³ runderdrijfmest en behandeling met een extra hoge stikstofgift (90-15) was wat groter dan de verschillen tussen alleen 40 m³ runderdrijfmest en de overige rijenbemestingsvormen. Dit verschil was echter net niet significant.

De effecten van de verschillende behandelingen op de stikstof en fosfaat opbrengst lieten ongeveer hetzelfde beeld zien als de effecten op de drogestofopbrengst.

Tabel 8 Effect van aanvullende behandelingen op de opbrengst

	Verse opbrengst (kg/ha)	Drogestofgehalte (%)	Drogestofopbrengst (kg/ha)	Stikstofopbrengst (kg/ha)	Fosfaatopbrengst (kg/ha)
Geen bemesting	33951 ^a	35.00	11877 ^a	102 ^a	54 ^a
20 RDM ¹⁾	45025 ^b	34.95	15731 ^b	153 ^b	63 ^{ab}
40 RDM	50527 ^c	33.76	17051 ^c	189 ^{cd}	74 ^{bc}
40 RDM+30-45	51559 ^c	33.29	17147 ^c	181 ^c	69 ^{bc}
40 RDM+90-15	51272 ^c	34.54	17666 ^c	205 ^d	67 ^{bc}
40 RDM+lseed	49720 ^c	34.87	17287 ^c	185 ^c	77 ^c
40 RDM+Physiostart	50750 ^c	34.17	17336 ^c	189 ^{cd}	77 ^c
F-prob	<0.001 ***	0.297 ns	<0.001 ***	<0.001 ***	<0.001 ***
Lsd	2028	1.533	739	17.1	10.7

¹ 20 RDM alleen in 2010 onderzocht, waarden zijn gecorrigeerd voor verschil tussen overall gemiddelde van 2010 ten opzichte van 2008+2010

Wat betreft de samenstelling van de snijmaïs had een drijfmestgift van zowel 20 als 40 m³ runderdrijfmest een significant effect op het stikstofgehalte (tabel 9). Geen bemesting had het laagste stikstofgehalte. Door een gift van 40 m³ runderdrijfmest werd het stikstofgehalte verhoogd van 8,6 naar 11 g/kg ds. Het stikstofgehalte van de behandeling met 20 m³ runderdrijfmest lag daar ongeveer tussenin. Het stikstofgehalte en daarmee ook de stikstofopbrengst van de behandeling met extra stikstofrijenbemesting (90-15) tendeerde naar wat hoger ten opzichte van de overige rijenbemestingsbehandelingen. Het lagere stikstofgehalte van de behandeling zonder bemesting resulteerde in een lagere DVE (2-5 eenheden) en OEB waarde (4-9 eenheden) ten opzichte van de overige behandelingen.

Tabel 9 Effect van aanvullende behandelingen op de samenstelling (g/kg ds)

	Zetmeel	N-gehalte	P-gehalte	VEM	DVE	OEB
Geen bemesting	359	8.61 ^a	1.99	951	51 ^a	-52 ^a
20 RDM ¹⁾	346	9.74 ^b	1.75	941	53 ^b	-48 ^b
40 RDM	341	11.05 ^c	1.89	940	56 ^b	-46 ^{bc}
40 RDM+30-45	341	10.59 ^{bc}	1.75	940	56 ^b	-46 ^b
40 RDM+90-15	354	11.63 ^d	1.66	949	56 ^b	-43 ^d
40 RDM+lseed	355	10.68 ^{bcd}	1.94	948	55 ^b	-45 ^{cd}
40 RDM+Physiostart	348	10.86 ^{cd}	1.94	945	56 ^b	-45 ^c
F-prob	0.178 ns	< 0.001 ***	0.166 ns	0.249 ns	< 0.001 ***	< 0.001 ***
Lsd	17.5	0.95	0.26	12.0	1.8	2.7

¹ 20 RDM alleen in 2010 onderzocht, waarden zijn gecorrigeerd voor verschil tussen overall gemiddelde van 2010 ten opzichte van 2008+2010

3.3 Overall analyse N en P effect op opbrengst

Met behulp van regressie analyse (REML) is een analyse uitgevoerd naar het overall effect van werkzame stikstof en fosfaat op de drogestofopbrengst. In deze analyse is eerst in een premodel nagegaan of er bovenop de stikstofgift een additioneel effect van rijenbemestingsvormen (globale niveauverschillen tussen rijenbemestingsvormen bij specifieke bemestingsniveaus) of van een fosfaatgift was. Dit bleek niet het geval te zijn. Geconcludeerd werd daarom dat de drogestofopbrengst van de snijmaïs in dit onderzoek het best voorspeld kon worden op basis van alleen de werkzame stikstofgift volgens onderstaand exponentieel model:

$$(\underline{Y}) = \alpha_0 + \alpha_1 * (1 - e^{-\rho \cdot \text{Ngift}_{\text{werkzaam}}}) + \underline{\varepsilon}_{\text{jaar}} + \underline{\varepsilon}_{\text{blok}(\text{jaar})} + \underline{\varepsilon}_{\text{drijfmesttrap}(\text{jaar})} + \underline{\varepsilon}_{\text{veld}(\text{blok.jaar})}$$

Waarin:

(\underline{Y}) = Responsvariabele (bijv. Droge stofopbrengst)

α_0 = Geschatte opbrengstniveau zonder stikstofgift

α_1 = Geschatte maximale opbrengstverhoging door stikstofbemesting

ρ = Snelheidsparameter

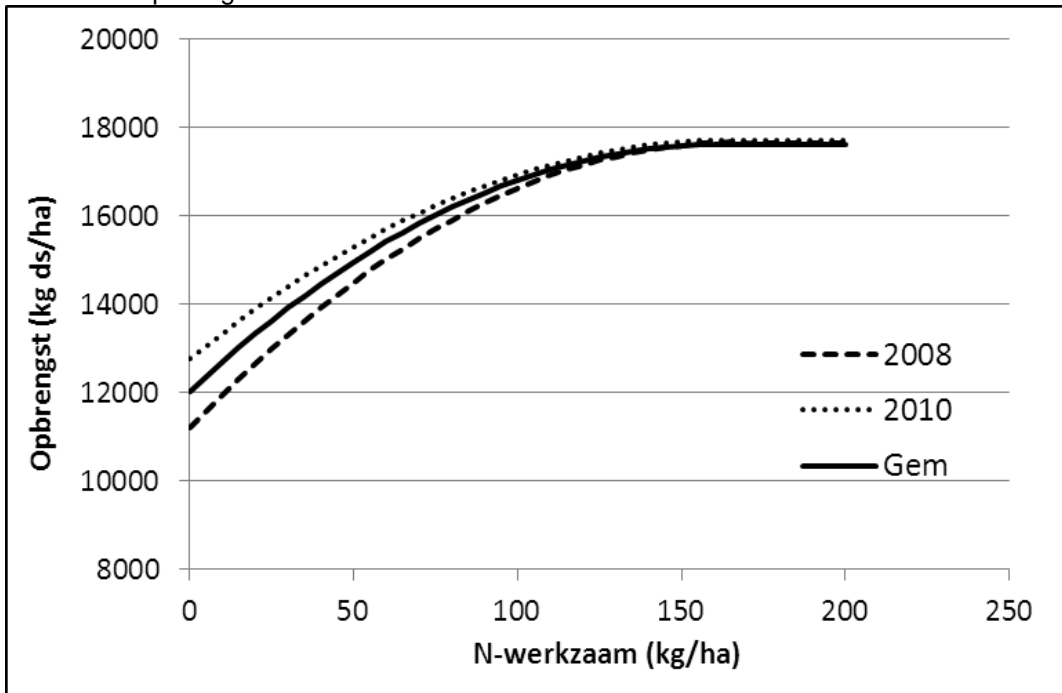
$\underline{\varepsilon}_{\text{jaar}, \text{blok}(\text{jaar}), \text{drijfmesttrap}(\text{jaar}), \text{veld}(\text{blok.jaar})} \sim N(0, \sigma^2)$ Random effecten van respectievelijk jaar, blok (binnen jaar), drijfmesttrap (binnen jaar) en veld (=residuele variantie)

In tabel 10 zijn de schattingen en de standaard fout (Se) van de parameters van het model weergegeven. In figuur 4 is op basis van het model met bijbehorende parameterschattingen de relatie tussen de hoeveelheid werkzame stikstof uit drijfmest en kunstmest en de drogestofopbrengst grafisch weergegeven. Naast de gemiddelde relatie over de beide jaren heen is de relatie van de beide jaren apart weergegeven. Zonder bemesting was de drogestofopbrengst gemiddeld 11825 kg per ha. Uit de resultaten blijkt dat op locatie 2008 de opbrengst zonder bemesting 1,6 ton drogestof per ha lager was dan op locatie 2010. De maximale opbrengst was op beide locaties gelijk en was circa 17600 kg drogestof per ha. Deze werd bereikt bij een bemesting van circa 150 kg werkzame stikstof.

Tabel 10 Parameterschattingen van het systematisch model van de REML-analyse

Parameter	Parameterschatting	Se van de parameter
α_0	11825	498
α_1	5970	506
ρ	0.0186	0.0031

Figuur 4 Relatie tussen de hoeveelheid werkzame stikstof uit drijfmest en kunstmest en de opbrengst

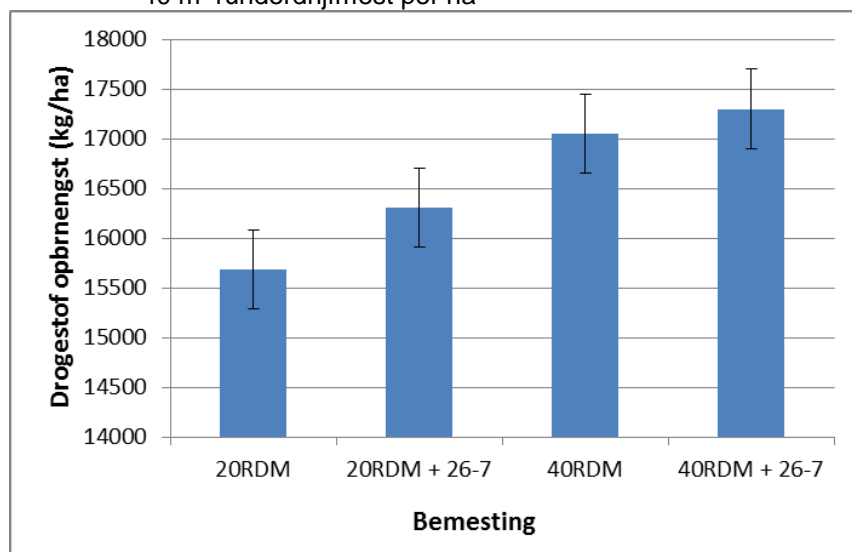


4 Discussie

4.1 Effect van NP-rijenbemesting naast een drijfmestgift

Om een indicatie van het effect op de drogestofopbrengst van een NP-rijenbemesting bovenop een drijfmestrijenbemesting te krijgen zijn in figuur 5 de aanvullende behandelingen met alleen 20 en 40 m³ runderdrijfmest uitgezet samen met de behandelingen uit de kernproef waarbij naast de beide drijfmestgiften een hoeveelheid stikstof en fosfaat in de rij was gegeven van circa 26 resp. 7 kg per ha. Bij een gift van 40 m³ runderdrijfmest had een NP-rijenbemesting nauwelijks een effect op de drogestofopbrengst. Bij een drijfmestgift van 20 m³ runderdrijfmest was de drogestofopbrengst met een NP-rijenbemesting 620 kg/ha (= 3,5%) hoger dan zonder NP-rijenbemesting. Dit verschil kon echter niet significant worden aangetoond.

Figuur 5 Invloed van NP-rijenbemesting (26 kg N en 7 kg P₂O₅) op de drogestofopbrengst bij 20 en 40 m³ runderdrijfmest per ha



Van Dijk (1997) onderzocht in snijmaïs het effect van een aanvullende N, P en NP rijenbemesting uit kunstmest bij verschillende manieren van drijfmest inwerken. De drijfmestgift was 30 m³ per ha en de aanvullende N en P giften waren 30 kg per ha. Het onderzoek werd drie jaar achter elkaar uitgevoerd op een leemhoudende zandgrond met een Pw-waarde van 20. Hij vond bij zowel diepe als ondiepe toediening van drijfmest een significant verhogend effect van een aanvullende NP-rijenbemesting op de drogestofopbrengst van gemiddeld 6-7%. Opvallend was dat een aanvullende P-rijenbemesting een groter effect had dan een aanvullende N-rijenbemesting. Als mogelijke oorzaak hiervoor werd de suboptimale P-bemesting gegeven. Met 30 m³ runderdrijfmest werd duidelijk minder fosfaat gegeven dan landbouwkundig op basis van het lage Pw-getal van de grond nodig was. Deze bevinding komt niet overeen met de resultaten uit dit onderzoek. Immers ook bij 20m³ runderdrijfmest werd een groter effect van een aanvullende stikstofgift gevonden dan van een aanvullende fosfaatgift. Wel moet worden benadrukt dat het Pw-getal van 20 ruim onder het Pw-getal lag van het onderhavige onderzoek waardoor effecten van fosfaatbemesting sneller zichtbaar zijn.

4.2 Effect van verschillende rijenbemestingsvormen

In dit onderzoek werden geen verschillen in opbrengst en samenstelling van snijmaïs gevonden tussen de onderzochte alternatieve vormen van rijenbemesting. Recent is door Van Dijk et al. (2011) een onderzoek uitgevoerd met enkele rijenmeststoffen bij korrelmaïs. De onderzochte meststoffen waren: MaïsMap 20+20, Flex vloeibare meststof 18+14, Humifirst 17+5, Entec Maïs 25+5, microgranulaat Physiostart 8+28, MaïsMap 27+10 en MaïsMap 27+10+Avail. Evenals in dit rapport beschreven onderzoek vonden ook zij geen significante verschillen tussen de verschillende rijenbemestingsvarianten bij vergelijkbare werkzame stikstof en fosfaatgiften.

Verlinden et al.(2009) onderzochten het effect van Humifirst (vloeibaar en geïncorporeerd in minerale meststoffen) op de opbrengst en nutriëntenopname van gras, snijmaïs, aardappelen en spinazie in zes veldproeven en twee potproeven. Ze vonden een positief overall effect op de opbrengst van Humifirst geïncorporeerd in minerale meststoffen. Bij snijmaïs werd echter nauwelijks een positief effect gevonden. Zij weten dit aan het hoge nutriënten voorraad van de beide bodems waarop de snijmaïsproeven waren uitgevoerd.

In de wetenschappelijke literatuur zijn verder geen resultaten van proeven gevonden waarbij vergelijkbare rijenbemestingsvarianten uit dit onderzoek zijn onderzocht.

4.3 Effect van aanvullende fosfaatgift

Ondanks een relatief laag Pw-getal van de bodem werd in dit onderzoek bij beide drijfmestgiften nauwelijks een effect gevonden van een aanvullend breedwerpige fosfaatgift van 15 kg per ha uit kunstmest bovenop een rijenbemesting van 7 kg fosfaat per ha. Tot april 2011 was het gewasgerichte fosfaatbemestingsadvies gebaseerd op het Pw-getal van de bodem (Van Dijk en van Geel, 2008). Volgens dit advies zou er bij een Pw-getal van 32 (2010) en 33 (2008) een volvelds fosfaatbemesting gegeven moeten worden van resp. 114 en 111 kg per ha. Bij de behandelingen met 40 m³ runderdrijfmest was de fosfaatbemesting 72 kg per ha uit drijfmest plus 7 kg per ha uit kunstmest in de rij. Omgerekend naar een volveldsbemesting betekent dit 86 kg fosfaat per ha. Hiermee werd ruim 25 kg per onder het advies bemest. Bij de behandelingen met 20 m³ runderdrijfmest was de fosfaatbemesting 36 kg uit drijfmest plus 7 kg uit kunstmest in de rij. Omgerekend naar een volveldsbemesting betekent dit 50 kg fosfaat. Hiermee werd ruim 60 kg onder het advies bemest. Desondanks werd geen noemenswaardig effect op de opbrengst gevonden van een aanvullende fosfaatgift van 15 kg.

Het huidige gewasgerichte bemestingsadvies is gebaseerd op een combinatie van P-AL-getal en P-Calciumchloride (P-CaCl₂) (www.bemestingsadvies.nl). Deze bepalingen geven beter aan hoeveel fosfaat direct beschikbaar is (P- CaCl₂, ook wel P-PAE genoemd) en wat de bodemvoorraad is (P-AL). Het advies is opgedeeld in een deel voor de optimale gewasproductie en een deel voor handhaving van de bodemvruchtbaarheid. Het advies voor de optimale gewasproductie geeft aan hoeveel fosfaat in de rij nodig is om een optimale productie in het jaar van bemesting te behalen.

In dit onderzoek waren de P-AL en P-CaCl₂ in 2008 36 en 1,6 en in 2010 28 en 0,9 (zie tabel 1). Om volgens dit advies de economisch optimale opbrengst te bereiken zou er bij de behandelingen met 40 m³ runderdrijfmest in de jaren 2008 en 2010 resp. 17 en 21 kg fosfaat in de rij moeten worden gegeven. Bij de behandelingen met 20 m³ runderdrijfmest zou er dan nog resp. 20 en 23 kg fosfaat in de rij moeten worden gegeven. Ook op basis van dit nieuwe advies zou er naast de 7 kg in de rij bij beide drijfmesthoeveelheden nog een effect van de aanvullende fosfaatgift van 15 kg fosfaat per ha mogen worden verwacht.

Dat het effect van een fosfaatbemesting niet altijd te voorspellen is op basis van de fosfaattoestand van de bodem vonden ook Arnold en Ten Hag (1982). Zij zagen in 10 proeven waarvan 7 op zand en 3 op zavel waarbij 80 kg fosfaat in de vorm van tripelsuperfosfaat breedwerpig is gegeven een gemiddeld effect van 1,2% op de drogestof opbrengst (=160 kg ds) ten opzicht van geen bemesting met fosfaatkunstmest. Het effect varieerde van -3 tot +7%. De Pw-getallen varieerden van 7 tot 80. Er was echter geen duidelijk verband tussen het effect en de fosfaattoestand van de bodem. Wanneer de fosfaat als rijenbemesting werd gegeven dan was de drogestofopbrengst gemiddeld 4% hoger ten opzichte van breedwerpig. Het effect varieerde van -3% tot +11%. Ook hierbij was er geen duidelijk verband met de fosfaattoestand van de bodem. In een aantal veldproeven en in potproeven werd wel een positief effect op de beginontwikkeling gevonden. Daarnaast werd in een veldproef een positief effect op de bloei gevonden van rijenbemesting met fosfaat.

Schröder et al. (1997) onderzochten in een veldproef met standaard injectie en rijeninjectie van drijfmest het effect van aanvullende rijenbemesting met fosfaat. In het onderzoek werden vijf proeven uitgevoerd op twee locaties. Drie proeven werden uitgevoerd op een locatie met een Pw-waarde van de bodem (laag 0-30 cm) van 32 en twee op een locatie met een Pw-waarde van 53. Er werd 30 m³ per ha runderdrijfmest geïnjecteerd, daarmee werd 44 kg P₂O₅ toegediend. Door aanvulling met 50 kg P₂O₅ uit kunstmest als rijenbemesting werd de opbrengst bij traditionele injectie gemiddeld 8% verhoogd van 11,8 naar 12,7 ton ds per ha. Bij rijeninjectie van drijfmest was de opbrengstverhoging maar 2%.

In een vierjarige veldproef van Schröder et al. (2001) naar het lange-termijn effect van een krappe bemesting werd tevens naar het effect van een aanvullende rijenbemesting met 50 kg P₂O₅ per ha bovenop een runderdrijfmestgift van 30 m³/ha gekeken. In geen van de vier jaren had het gebruik van een P-rijenbemesting een opbrengstverhoging tot gevolg ondanks de relatief lage fosfaattoestand van de bodem. Gemiddeld over de jaren lag het Pw-getal rond de 30. Ondanks de relatief lage fosfaattoestand is het mogelijk dat in dit geval stikstof beperkend is geweest in plaats van fosfaat omdat er als stikstofbemesting alleen 30 m³ runderdrijfmest werd gegeven.

4.4 Effect van een aanvullende stikstofgift

In tegenstelling tot een aanvullende breedwerpige fosfaatbemesting werd er in dit onderzoek bij verschillende bemestingsniveaus (drijfmest + N-rijenbemesting van 26 kg per ha) wel een effect van een aanvullende breedwerpige stikstofgift van 30 kg per ha gevonden. Ook uit de overall analyse kwam naar voren dat de opbrengst vooral werd bepaald door de hoeveelheid toegediende werkzame stikstof en dat additionele fosfaatbemesting geen effect had. Geconcludeerd kan worden dat in dit onderzoek stikstof een veel sterkere invloed heeft op de drogestofopbrengst dan fosfaat. Deze bevindingen liggen in lijn met de resultaten uit het onderzoek van Van der Schoot en Van Dijk (2002). Zij deden twee jaar onderzoek naar de interactie van stikstof en fosfaatvoorziening bij snijmaïs middels vier veldproeven. De aangelegde stikstofniveaus waren 0, 40, 80 en 200 kg per ha en aangelegde fosfaatniveaus waren 0, 40 en 80 kg per ha. De fosfaatgiften werden in de rij toegediend, bij de gift van 80 kg werd tevens een volvelds bemesting toegepast. De proeven lagen op zandgronden waarvan de Pw-waarde varieerde van 29 tot 43. Stikstof had een opbrengstverhogend effect bij alle aangelegde fosfaatniveaus terwijl fosfaatbemesting alleen een effect had bij de hoogste stikstofniveau. Dit positieve effect gold voor zowel de volvelds als de rijtoediening. Opvallend was dat rijenbemesting bij zowel een gift van 40 kg als 80 kg fosfaat een significant hogere opbrengst gaf dan een volveldsgift van 80 kg per ha. Het plaatsingseffect leek daarmee belangrijker dan de hoeveelheid fosfaat. Ook uit het onderzoek dat ten grondslag lag aan het nieuwe fosfaatadvies bleek dat rijenbemesting veel effectiever was dan volvelds toegediende fosfaat in de vorm van drijfmest. Dit kan mogelijk een (deel van de) verklaring zijn waarom er in dit rapport beschreven onderzoek geen effect is gevonden van de aanvullende fosfaat gift van 15 kg. Deze werd immers volvelds toegediend.

4.5 Relatie N-bemesting en opbrengst

Bij de overall regressieanalyse werd geen additioneel effect gevonden van fosfaat bovenop dat van werkzame stikstof. Met drijfmest wordt zowel N als P gegeven. Wanneer alleen drijfmest wordt gegeven is het niet mogelijk om de werking van N en P uit elkaar te trekken. De laagste drijfmestgift waarbij een aanvullende N en P gift is toegepast is 20 m³ per ha. Hiermee is circa 55 kg werkzame N en 33 kg P₂O₅ gegeven. De uitspraak over het additionele effect van fosfaat bovenop een werkzame N-gift geldt dus strikt genomen voor dit onderzoek vanaf dat bemestingsniveau.

In dit onderzoek werd de maximale drogestofopbrengst bereikt bij een gift van circa 145 kg werkzame stikstof per ha uit drijfmest en kunstmest. Schröder (1998) kwam op basis van diverse proeven op zandgrond tot een model waarin de maximale drogestofopbrengst werd bereikt bij 180 kg werkzame stikstof. Hierin waren echter naast bemesting ook de N_{min} voorraad in het voorjaar en N-nalevering uit een vanggewas als werkzame stikstofbronnen opgenomen. Wanneer we er vanuit gaan dat de N_{min} voorraad in het voorjaar circa 20 kg is geweest en de N-nalevering uit een vanggewas circa 15 kg per ha dan komt hij ook tot een maximale opbrengst bij 145 kg werkzame stikstof uit bemesting.

5 Conclusies

In 2008 en 2010 werden twee veldproeven uitgevoerd met vijf verschillende vormen van kunstmestrijenbemesting (Maïsmap, Humifirst, Iseed, Physiostart en Entec) bij verschillende bemestingsniveaus. De proeven werden uitgevoerd op twee verschillende locaties op zandgrond met een relatief lage fosfaattoestand. De weersomstandigheden in beide jaren waren redelijk gemiddeld. Het voorjaar van 2010 was wat kouder dan normaal terwijl er in de het begin zomer een droge periode was met hoge temperaturen. In het algemeen was het effect een NP-rijenbemesting bovenop een drijfmestgift gering. Hieronder worden de conclusies samengevat.

- Bij verschillende bemestingsniveaus van stikstof (83 tot 164 kg berekende werkzame N per ha) en fosfaat (48 tot 90 kg berekende werkzame P_2O_5) werden geen verschillen in opbrengst en samenstelling van snijmaïs gevonden tussen de onderzochte rijenbemestingsvormen.
- De grootte van de drijfmestgift had een duidelijk effect op de opbrengst en wat samenstelling betreft alleen een effect op het N-gehalte. Gemiddeld over de verschillende rijenbemestingsvormen heen was de drogestofopbrengst van de behandelingen met $40m^3$ runderdrijfmest 755 kg per ha hoger dan van de behandelingen met $20 m^3$ runderdrijfmest. Zonder rijenbemesting was het verschil ruim 1300 kg per ha. Het N-gehalte was van de behandelingen met $40m^3$ runderdrijfmest 1,2-1,3 g/kg ds hoger dan van de behandelingen met $20 m^3$ runderdrijfmest.
- Een aanvullende volvelds N-gift van 30 kg per ha bovenop een werkzame N-bemestingsniveau van 83 kg (incl. $20 m^3$ runderdrijfmest) en 134 kg (incl. $40 m^3$ runderdrijfmest) per ha verhoogde de drogestofopbrengst gemiddeld met 417 kg per ha. Het verschil was bij het lage werkzame N-niveau iets hoger dan bij het hoge niveau en was tevens afhankelijk van jaar en/of locatie. De aanvullende N-gift had geen noemenswaardig effect op de samenstelling van de maïs.
- Een extra hoge aanvullende volvelds stikstofgift van 26 kg per ha in de rij plus 60 kg per ha volvelds bovenop een drijfmestgift van $40 m^3$ per ha naar een wat hogere opbrengst van ca. 600 kg drogestof ten opzichte van alleen $40m^3$ runderdrijfmest.
- Zowel bij een fosfaatbemestingsniveau van 75 kg per ha (incl. $40 m^3$ runderdrijfmest) als bij een niveau van 41 kg (incl. $20 m^3$ runderdrijfmest) had een aanvullende fosfaatgift van 15 kg per ha geen effect op de opbrengst en samenstelling van snijmaïs.
- Een extra hoge aanvullende fosfaatgift van 7 kg per ha in de rij plus 30 kg per ha volvelds bovenop een drijfmestgift van $40 m^3$ per ha had ook geen effect op de opbrengst.
- Een fosfaatbemesting en een alternatieve vorm van (fosfaat)rijenbemesting bleken in dit onderzoek geen additioneel effect op de opbrengst te hebben bovenop de stikstofgift. De drogestofopbrengst kon daarom met behulp van een exponentieel model worden voorspeld op basis van alleen de werkzame stikstofgift. Zonder bemesting was de gemiddelde drogestofopbrengst 11,8 ton per ha. De maximale opbrengst van 17,6 ton drogestof per ha werd gehaald bij circa 150 kg werkzame stikstof uit bemesting.

6 Praktijktoepassingen

In dit onderzoek werden bij verschillende bemestingsniveaus geen verschillen in opbrengst tussen maïs bemest met verschillende rijenmeststoffen gevonden. Dit betekent dus dat er geen additionele werking van de verschillende alternatieve rijenbemestingsvormen kon worden vastgesteld. Anders gezegd er konden met de alternatieve vormen van rijenbemesting ten opzicht van de standaard NP-rijenbemesting geen besparingsmogelijkheden aan N en P worden aangetoond. Het is dus economisch gezien niet interessant om meer geld uit te geven aan een (alternatieve) meststof dan op basis van het N en P-gehalte is gerechtvaardigd.

Bij toepassing van de alternatieve vormen van rijenbemesting in de praktijk wordt mede om kostentechnische redenen veelal het advies gegeven om de standaard rijenbemesting deels of helemaal achterwege te laten. Met deze werkwijze worden vaak goede ervaringen opgedaan en wordt er in tegenstelling tot de resultaten uit dit onderzoek wel stikstof en fosfaat bespaard bij een gelijkblijvende opbrengst. Waarschijnlijk heeft dit te maken met het feit dat in veel situaties de aanvullende rijenbemestingsgift zonder opbrengstderving naar beneden had gekund, ook zonder toepassing van een alternatieve vorm. Ook in dit onderzoek was het effect van een standaard NP-rijenbemesting bovenop een drijfmestgift gering.

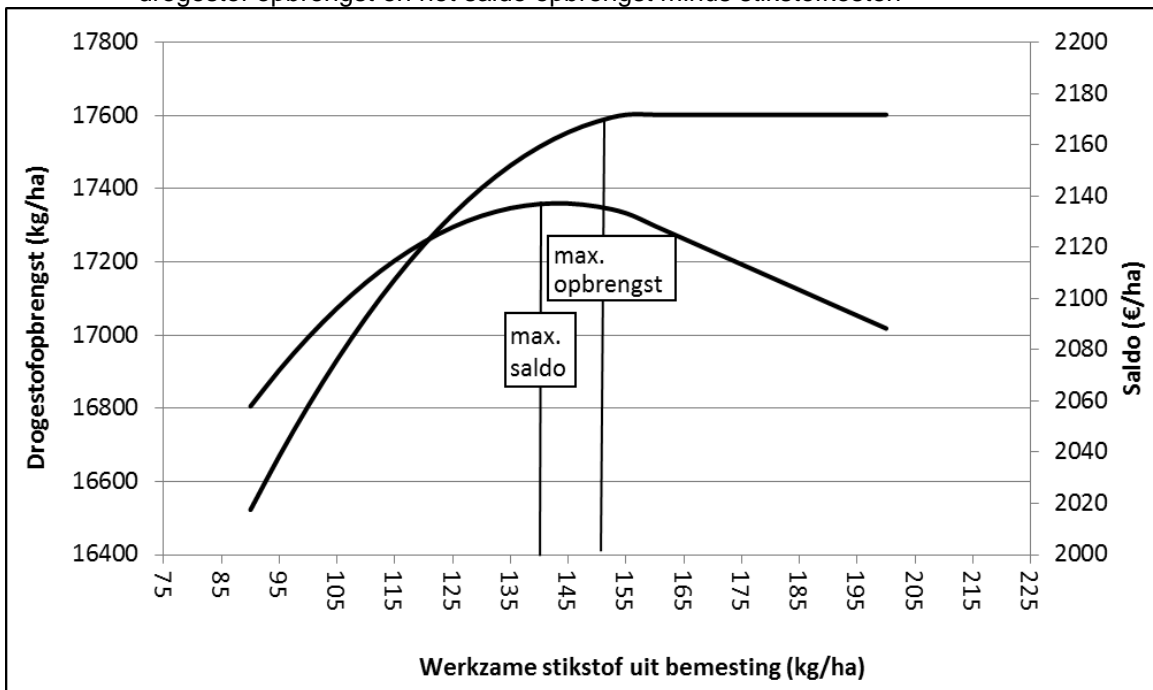
In dit onderzoek gaf een drijfmestgift met 40 M³ runderdrijfmest per ha al bijna de optimale opbrengst. Er werd nauwelijks een effect van aanvullende fosfaatgift uit kunstmest gevonden, terwijl dit op basis van de fosfaat toestand van de bodem volgens het bemestingsadvies wel was te verwachten. Ook in diverse onderzoeken werden wisselende effecten van een (aanvullende) fosfaatbemesting uit kunstmest gevonden. De effecten varieerden van geen effect tot ruim 10% opbrengstverhoging. Voor de praktijk geldt daarom het advies om (met uitzondering van hoge fosfaattoestanden) wanneer er nog ruimte is binnen de mestwetgeving toch een kleine hoeveelheid fosfaat als rijenbemesting mee te geven met zaaïen als verzekeringspremie.

In het nieuwe bemestingsadvies voor maïs (sinds april 2011) wordt ook bij wat hogere fosfaattoestanden dan in het oude bemestingsadvies een kleine fosfaatgift in de rij geadviseerd. Het bemestingsadvies geldt voor vele soorten gronden en is zodanig opgesteld dat opbrengstderving gemiddeld wordt voorkomen. In dit nieuwe fosfaatbemestingsadvies wordt de geadviseerde P-gift niet meer gebaseerd op het P_w-getal van de bodem maar op een combinatie van P-AL en P-calciumchloride (P-CaCl₂). Daarmee wordt het beschikbare fosfaat gedurende het groeiseizoen beter ingeschat.

In dit onderzoek had een aanvullende stikstofgift een sterkere invloed op de opbrengst dan een aanvullende fosfaatgift. Een aanvullende N-gift uit kunstmest gaf gemiddeld 600 kg ds per 30 kg N. Voor de opbrengst in het jaar van toediening lijkt een aanvullende stikstofgift in de rij dus zeker zo belangrijk als een aanvullende fosfaatgift. Daarom wordt geadviseerd om (binnen de toegestane gebruiksnorm) naast een breedwerpige drijfmestgift van 35-40 m³/ha een kunstmestgift van minimaal 20 kg per ha in de rij toe te passen. Een eventuele fosfaatgift is echter niet verloren. In tegenstelling tot N spoelt fosfaat nauwelijks uit (tenzij de fosfaattoestand zeer hoog is). De bodemvruchtbaarheid wordt met de fosfaatgift in stand gehouden.

In dit onderzoek werd de maximale drogestofopbrengst bereikt bij circa 150 kg werkzame stikstof uit bemesting. Voor de praktijk is de maximale opbrengst niet altijd de optimale. Deze hangt af van het marginale effect op de opbrengst per kg stikstof. Bij een kostprijs van € 1,- per kg stikstof en een opbrengstprijs van € 0,13 per kg drogestof is de marginale opbrengst circa 7,5 kg drogestof. In figuur 6 is de relatie tussen enerzijds de drogestofopbrengst en het saldo opbrengst minus stikstofkosten en anderzijds de hoeveelheid werkzame stikstof uit bemesting weergegeven. Hieruit blijkt dat bij de genoemde prijzen voor opbrengst en stikstof de optimale werkzame stikstofgift uit bemesting op 140 kg per ha uitkomt.

Figuur 6 Relatie tussen enerzijds de hoeveelheid werkzame stikstof uit bemesting en anderzijds de drogestof opbrengst en het saldo opbrengst minus stikstofkosten



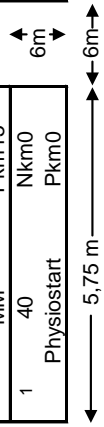
Literatuur

- Arnold, G.H. en B.A. ten Hag, 1982. Rijenbemesting met fosfaat bij snijmaïs. Overdruk uit: Bedrijfsontwikkeling 13 (1982) 403-409. Instituut voor bodemvruchtbaarheid, Haren-Gr.
- Bruinenberg, M., H. van Schooten en W. van Dijk. 2004. Langetermijneffecten van gereduceerde mestgiften op maïsland 1996-2002. Intern rapport 511. Animal Sciences Group van Wageningen UR.
- Dekker, P.H.M., 2008. Informatieblad mineralen en milieukwaliteit. Beschikbaarheid van fosfaat voor het gewas op langere termijn. BO-05-infoblad-22, Cluster BO-05 Mineralen en milieukwaliteit, Ministerie van LNV.
- Genstat Committee. 2006. Genstat Release 13 Reference Manual. Hemel Hempsted, UK: VSN International.
- Habbekotté, B., H.F.M Aarts, W.J. Corré, G.J. Hilhorst, H. van Keulen, J.J. Schröder, O.F. Schoumans en F.C van der Schans. 1999. Duurzame melkveehouderij en fosfaatmanagement. AB-DLO rapport 92.
- Holshof, G. en J.W. van Riel. 2006. Naar een aangepast fosfaatadvies snijmaïs. Interne notitie Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, november 2006.
- Middelkoop, J., H. Schilder en H.A. van Schooten. 2011. Snijmaïs met beperkt kunstmest fosfaat; Literatuurstudie (in prep.).
- Schröder, J.J., 1998. Towards improved nitrogen management in silage maize production on sandy soils. Wageningen, proefschrift Wageningen Universiteit.
- Schröder, J.J., A.G. Jansen en G.J. Hilhorst, 2001. Lange-termijn effect van een krappe bemesting bij snijmaïs. Oktober 2001. PRI Wageningen UR, Rapport 37.
- Schröder, J.J., L. ten Holte and G. Brouwer, 1997. Response of silage maize to placement of cattle slurry. Netherlands Journal of Agricultural Science 45, pp249-261.
- Van Dijk, W., 1996. Invloed van N-rijenbemesting op drogestofproductie en N-benutting bij snijmaïs Schoumans, O.F. Trends in de fosfaattoestand van landbouwgronden in Nederland in de periode 1998-2003. Augustus 2007. Alterra Wageningen UR, Rapport 1537.
- Van Dijk, W., 1997. Ondiepe toediening dierlijke mest bij maïs. PAV Lelystad, PAV Bulletin Akkerbouw, pp 15-17.
- Van Dijk, W. en W. van Geel. 2008. Adviesbasis voor bemesting van akkerbouwgewassen.
- Van Dijk, T.A., J. Wander en G.J. Veldhorst, 2011. Rijenbemesting in korrelmaïs, proefveld 2010 en conclusies 2009 + 2010. Rapport 1324.10. Nutriënten Management Instituut, Wageningen, pp29.
- Van der Schoot, J.R. en W. van Dijk, 2002. Interactie stikstof- en fosfaatvoorziening bij snijmaïs. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad, Projectverslag 110017, 32p.
- Verlinden, G. B. Pycke, J. Mertens, F. Dbersaques, K. Verheyen, G. Baert, J. Bries en G. Haesaert, 2009. Application of humic substances result in consistent increases in crop yield an nutrient uptake. Journal of plant nutrition, 32: 1407-1426.

Bijlagen

Bijlage 1 Proefveldschema 2008

I			II			III			IV		
14	20	Nkm60 Pkm30	28	40	Nkm90 Pkm15	42	20	Nkm30 Pkm15	56	40	Nkm60 Pkm30
13	20	Nkm30 Pkm30	27	40	Nkm30 Pkm45	41	40	Nkm30 Pkm45	55	40	Nkm30 Pkm15
12	40	Nkm60 Pkm15	26	40	Nkm30 Pkm30	40	40	Nkm0 Pkm0	54	40	Nkm30 Pkm30
11	20	Nkm60 Pkm15	25	20	Nkm30 Pkm15	39	40	Nkm0 Pkm0	53	20	Nkm60 Pkm30
10	40	Nkm0 Pkm0	24	40	Nkm60 Pkm15	38	40	Nkm60 Pkm30	52	20	Nkm60 Pkm15
9	0	Nkm0 Pkm0	23	23	Nkm60 Pkm15	37	20	Nkm60 Pkm30	51	40	Nkm0 Pkm0
8	40	Nkm0 Pkm0	22	20	Nkm30 Pkm30	36	40	Nkm60 Pkm15	50	20	Nkm30 Pkm15
7	40	Nkm30 Pkm30	21	40	Nkm0 Pkm0	35	40	Nkm90 Pkm15	49	20	Nkm30 Pkm30
6	40	Nkm30 Pkm15	20	40	Nkm60 Pkm30	34	20	Nkm60 Pkm15	48	40	Nkm90 Pkm15
5	40	Nkm30 Pkm45	19	20	Nkm60 Pkm30	33	40	Nkm0 Pkm0	47	40	Nkm60 Pkm15
4	40	Nkm60 Pkm30	18	40	Nkm0 Pkm0	32	0	Nkm0 Pkm0	46	40	Nkm0 Pkm0
3	20	Nkm30 Pkm15	17	0	Nkm0 Pkm0	31	40	Nkm30 Pkm30	45	40	Nkm0 Pkm0
2	40	Nkm90 Pkm15	16	40	Nkm30 Pkm15	30	20	Nkm30 Pkm30	44	40	Nkm30 Pkm45
1	40	Nkm0 Pkm0	15	40	Nkm0 Pkm0	29	40	Nkm30 Pkm15	43	0	Nkm0 Pkm0



Bijlage 2 Teeltwerkzaamheden per locatie**Locatie 2008**

Datum	Uitgevoerde teeltmaatregelen
30-jan-08	Basisbemesting borium; 10 kg/ha Borax (11%)
22-apr-08	Rundveedrijfmest geïnjecteerd
	Bemesting volvelds met pneumaat; Patentkali, Tripel Super en KAS
23-apr-08	Ploegen met woelers en vorenpakker
07-mei-08	Mais gezaaid + rijenbemesting met de diverse kunstmeststoffen
	LDS-onkruidbestrijding: 0,2 l/ha Mikado + 0,2 l/ha Bromotril + 0,6 l/ha Dual + 0,2 l/ha
09-mei-08	Starane
22-mei-08	LDS-onkruidbestrijding: 0,2 l/ha Mikado + 0,2 l/ha Bromotril + 0,75 l/ha Milagro + 0,1 l/ha Starane
02-okt-08	Oogst

Locatie 2010

Datum	Uitgevoerde teeltwerkzaamheden
09-feb-10	Basisbemesting borium; 10 kg/ha Borax (11%)
24-mrt-10	Bemesting volvelds met pneumaat; Patentkali, Tripel Super en KAS
25-mrt-10	Rundveedrijfmest geïnjecteerd volgens proefplan; objecten 20- en 40 ton/ha RDM
08-apr-10	Bemesting proefveld; KAS volgens proefveldplan gestrooid, volvelds met pneumaat
09-apr-10	Ploegen met woelers en vorenpakker
19-apr-10	Mais gezaaid + rijenbemesting volgens proefplan met de diverse kunstmeststoffen
20-mei-10	LDS-onkruidbestrijding; 0,2 l/ha Mikado + 0,3 l/ha Bromotril + 0,4 l/ha Dual
03-jun-10	LDS-onkruidbestrijding; 1,5 l/ha Gardo Gold 0,75 l/ha Milagro
22-jun-10	Bemesting; gehele proefveld 1,5 l/ha Borium (150 g /ltr) volvelds met veldspuit
28-jun-10	Beregenen; 25-30mm.
06-jul-10	Beregenen; 25-30mm.
20-sep-10	Oogst

Bijlage 3 Resultaten per plot

Jaar	Blok	Veldnummer	Behandeling				Kunstmestgift (kg/ha)				Opbrengstgegevens			Gehalten per kg droge stof								
			Runderdrijfmest (m ³ /ha)	Kunstmest-N (kg/ha)	Kunstmest-P2O5 (kg/ha)	Soort rijenbemesting	N-rij	P2O5-rij	N-breedwerpig	P2O5-breedwerpig	Vers (kg/ha)	DS-gehalte (%)	Drogestof (kg/ha)	Silkstof (g)	Fosfaat (g)	Zetmeel (g)	Ruwe celstof (g)	Ruw eiwit (g)	Ruw as (g)	VEM	DVE	OEB
2008	1	1	40	0	0	Physiostart	2	6	0	0	50754	35.1	17815	9.9	1.7	317	187	65	34	938	55	-48
2008	1	2	40	90	15	NP-meststof	26	7	58	0	51148	33.4	17103	11.1	1.8	325	192	70	36	929	56	-46
2008	1	3	20	30	15	Humifirst	26	7	0	0	49224	32.6	16055	9.7	1.8	328	191	64	35	932	54	-49
2008	1	4	40	60	30	Humifirst	26	7	28	15	53596	33.9	18159	11.3	1.9	318	195	70	36	923	57	-46
2008	1	5	40	30	45	NP-meststof	26	7	0	30	54470	31.2	16975	10.4	1.7	320	194	67	36	925	56	-48
2008	1	6	40	30	15	Physiostart	26	6	0	0	54514	32.2	17539	13.3	2.1	340	185	73	35	939	58	-43
2008	1	7	40	30	30	NP-meststof	26	7	0	15	53727	32.0	17187	12.8	2.1	311	199	73	37	917	58	-45
2008	1	8	40	0	0	Geen	0	0	0	0	54645	32.1	17536	13.2	2.0	318	195	73	37	923	58	-44
2008	1	9	0	0	0	Geen	0	0	0	0	33880	35.4	12001	12.1	2.5	357	178	72	34	951	57	-43
2008	1	10	40	0	0	Iseed	0	1	0	0	53858	32.5	17516	11.4	1.9	295	207	71	38	905	56	-47
2008	1	11	20	60	15	NP-meststof	26	7	28	0	51148	34.3	17537	10.8	1.9	337	187	69	35	938	56	-46
2008	1	12	40	60	15	Iseed	26	7	28	0	53377	31.5	16796	11.7	1.8	350	181	71	34	946	57	-44
2008	1	13	20	30	30	Iseed	26	7	0	15	47913	33.0	15800	11.1	2.0	362	176	70	33	955	56	-44
2008	1	14	20	60	30	Physiostart	26	6	28	18	48918	33.3	16308	9.0	2.1	353	180	59	33	950	53	-50
2008	2	15	40	0	0	Geen	0	0	0	0	51541	35.5	18277	10.7	1.7	339	186	68	35	939	56	-46
2008	2	16	40	30	15	Humifirst	26	7	0	0	50448	32.9	16597	11.3	1.5	340	185	70	35	940	57	-45
2008	2	17	0	0	0	Geen	0	0	0	0	30295	34.9	10580	7.7	2.0	345	183	50	32	946	50	-56
2008	2	18	40	0	0	Iseed	0	1	0	0	52721	34.8	18323	10.2	1.8	329	190	66	35	932	55	-48
2008	2	19	20	60	30	Humifirst	26	7	28	15	50361	33.1	16644	11.2	2.0	350	181	70	34	947	56	-44
2008	2	20	40	60	30	Physiostart	26	6	28	18	54601	31.8	17358	11.6	1.7	322	193	71	36	926	57	-45
2008	2	21	40	0	0	Physiostart	2	6	0	0	51891	31.6	16385	11.5	1.8	325	192	71	36	929	57	-45
2008	2	22	20	30	30	NP-meststof	26	7	0	15	47475	34.2	16255	11.8	1.4	343	184	72	35	942	57	-44
2008	2	23	20	60	15	Iseed	26	7	28	0	49486	35.4	17498	11.8	2.2	365	175	72	33	956	57	-43
2008	2	24	40	60	15	NP-meststof	26	7	28	0	52809	34.6	18256	12.7	2.1	350	181	73	34	946	58	-43
2008	2	25	20	30	15	Physiostart	26	6	0	0	50317	32.3	16253	10.7	1.8	336	187	68	35	937	56	-46
2008	2	26	40	30	30	Iseed	26	7	0	15	52896	32.4	17133	11.6	2.1	335	187	71	35	936	57	-45
2008	2	27	40	30	45	NP-meststof	26	7	0	30	52546	30.5	16052	11.6	1.6	306	201	71	37	914	57	-46
2008	2	28	40	90	15	NP-meststof	26	7	58	0	55301	32.6	18021	12.6	1.5	331	189	73	36	933	58	-44

Bijlage 3 (vervolg) Resultaten per plot

Jaar	Blok	Veldnummer	Behandeling				Kunstmestgift (kg/ha)				Opbrengstgegevens			Gehalten per kg droge stof								
			Runderdijfmet (m3/ha)	Kunstmest-N (kg/ha)	Kunstmest-P2O5 (kg/ha)	Soort rijenbemesting	N-rij	P2O5-rij	N-breedwerpig	P2O5-breedwerpig	Vers (kg/ha)	Ds-gehalte (%)	Drogestof (kg/ha)	Silkstof (g)	Fostaat (g)	Zaïmeel (g)	Ruwe celstof (g)	Ruw eiwit (g)	Ruw as (g)	VEM	DVE	OEB
2008	3	29	40	30	15	NP-meststof	26	7	0	0	47475	35.7	16963	12.5	1.6	346	183	73	35	943	57	-43
2008	3	30	20	30	30	Humifirst	26	7	0	15	47694	34.6	16489	11.4	1.6	345	183	71	34	943	57	-44
2008	3	31	40	30	30	Physiostart	26	6	0	18	49224	33.0	16244	12.0	1.9	331	189	72	36	933	57	-44
2008	3	32	0	0	0	Geen	0	0	0	0	32918	33.9	11169	9.8	2.2	349	181	64	33	947	54	-48
2008	3	33	40	0	0	Physiostart	2	6	0	0	50842	35.6	18075	12.1	1.9	334	188	72	35	935	57	-44
2008	3	34	20	60	15	Physiostart	26	6	28	0	51760	32.4	16754	11.5	1.9	356	178	71	34	951	57	-44
2008	3	35	40	90	15	NP-meststof	26	7	58	0	52503	31.8	16701	12.1	1.6	300	205	72	38	909	57	-46
2008	3	36	40	60	15	Humifirst	26	7	28	0	51148	33.3	17012	12.2	1.8	326	192	72	36	929	57	-45
2008	3	37	20	60	30	NP-meststof	26	7	28	15	48481	33.7	16321	10.5	1.6	302	203	67	37	911	55	-48
2008	3	38	40	60	30	Iseed	26	7	28	15	53508	34.6	18515	12.1	1.7	357	178	72	34	951	57	-43
2008	3	39	40	0	0	Geen	0	0	0	0	53071	34.4	18231	11.5	1.9	324	193	71	36	928	57	-45
2008	3	40	40	0	0	Iseed	0	1	0	0	52284	31.6	16521	9.5	1.9	323	193	62	35	928	54	-50
2008	3	41	40	30	45	NP-meststof	26	7	0	30	52153	34.1	17796	11.2	1.8	343	184	70	34	942	57	-45
2008	3	42	20	30	15	Iseed	26	7	0	0	47825	33.1	15830	8.2	2.0	338	186	54	33	941	51	-54
2008	4	43	0	0	0	Geen	0	0	0	0	27454	35.3	9698	7.9	2.0	362	176	51	31	957	50	-54
2008	4	44	40	30	45	NP-meststof	26	7	0	30	51454	34.7	17859	8.5	1.5	339	186	56	33	941	52	-53
2008	4	45	40	0	0	Physiostart	2	6	0	0	50404	33.0	16608	8.8	1.6	307	201	58	36	916	52	-53
2008	4	46	40	0	0	Geen	0	0	0	0	49049	34.9	17118	9.5	2.0	344	183	62	33	944	54	-49
2008	4	47	40	60	15	Physiostart	26	6	28	0	49574	35.0	17351	10.9	1.3	353	180	69	34	949	56	-45
2008	4	48	40	90	15	NP-meststof	26	7	58	0	49967	35.9	17938	11.0	1.7	346	183	69	34	944	56	-45
2008	4	49	20	30	30	Physiostart	26	6	0	18	47301	35.1	16613	11.1	1.7	342	184	70	34	941	56	-45
2008	4	50	20	30	15	NP-meststof	26	7	0	0	45902	35.1	16097	9.7	1.8	318	195	64	36	924	54	-50
2008	4	51	40	0	0	Iseed	0	1	0	0	50055	35.5	17769	11.8	2.3	350	181	72	34	946	57	-44
2008	4	52	20	60	15	Humifirst	26	7	28	0	46995	35.2	16539	10.6	2.2	359	177	68	33	953	56	-45
2008	4	53	20	60	30	Iseed	26	7	28	15	48219	35.3	17006	11.3	2.0	350	181	70	34	947	57	-44
2008	4	54	40	30	30	Humifirst	26	7	0	15	53202	34.3	18257	12.0	1.9	352	180	72	34	948	57	-43
2008	4	55	40	30	15	Iseed	26	7	0	0	51060	31.6	16134	11.9	1.6	326	192	72	36	929	57	-45
2008	4	56	40	60	30	NP-meststof	26	7	28	15	53071	32.9	17477	11.2	1.6	357	178	70	33	951	56	-44

Bijlage 3 (vervolg) Resultaten per plot

Jaar	Blok	Veldnummer	Behandeling				Kunstmestgift (kg/ha)				Opbrengstgegevens			Gehalten per kg droge stof								
			Runderdrijfmest (m3/ha)	Kunstmest-N (kg/ha)	Kunstmest+P2O5 (kg/ha)	Soort rijenbemesting	N-rij	P2O5-rij	N-breedwerpig	P2O5-breedwerpig	Vers (kg/ha)	Ds-gehalte (%)	Drogestof (kg/ha)	Silicstof (g)	Fosfaat (g)	Zetmeel (g)	Ruwe celstof (g)	Ruw eiwit (g)	Ruw as (g)	VEM	DVE	OEB
2010	1	1	40	30	15	Entec	26	7	0	0	49109	35.7	17512	11.1	1.6	373	172	69	32	962	56	-43
2010	1	2	40	60	15	Iseed	26	7	28	0	52317	33.0	17265	11.9	1.6	380	168	73	32	967	57	-41
2010	1	3	40	90	15	NP-meststof	26	7	58	0	51815	34.5	17897	12.1	1.6	375	168	75	29	970	59	-41
2010	1	4	40	60	30	Humifirst	26	7	28	15	52013	34.2	17771	13.1	1.6	367	172	74	30	963	58	-42
2010	1	5	40	30	30	NP-meststof	26	7	0	16	49307	37.4	18454	11.2	1.7	413	159	69	29	984	55	-40
2010	1	6	40	0	0	Iseed	0	1	0	0	48383	34.8	16836	11.0	1.5	381	168	68	31	968	56	-43
2010	1	7	40	0	0	Geen	0	0	0	0	49109	32.6	16015	11.0	1.7	359	175	68	32	958	56	-45
2010	1	8	40	30	45	NP-meststof	26	7	0	31	52343	34.0	17790	10.8	1.5	352	179	69	33	950	56	-45
2010	1	9	40	0	0	Physiostart	2	6	0	0	50561	35.7	18059	11.7	2.0	394	163	73	31	976	57	-40
2010	1	10	20	60	30	Entec	26	7	28	16	52145	33.4	17441	10.0	1.6	356	178	64	32	953	54	-48
2010	1	11	20	30	30	Iseed	26	7	0	15	49117	34.8	17093	10.1	1.5	371	172	64	29	966	54	-47
2010	1	12	20	60	30	Physiostart	26	7	28	18	53267	31.5	16777	10.6	1.7	346	179	69	32	952	57	-46
2010	1	13	20	30	15	Humifirst	26	7	0	0	50627	32.8	16623	10.1	1.4	340	182	69	32	947	57	-46
2010	1	14	20	60	15	NP-meststof	26	7	28	0	52277	32.5	16979	11.4	1.7	358	174	70	31	959	57	-44
2010	1	15	40	30	15	Physiostart	26	6	0	0	51023	34.5	17603	11.4	1.5	337	183	72	33	945	58	-45
2010	1	16	0	0	0	Geen	0	0	0	0	34257	34.7	11888	8.1	1.5	367	176	53	28	961	51	-52
2010	1	17	20	0	0	Geen	0	0	0	0	43036	33.7	14503	9.4	1.5	365	176	61	32	957	53	-48
2010	2	24	40	0	0	Geen	0	0	0	0	50891	33.0	16813	10.1	1.8	342	186	67	34	939	55	-47
2010	2	25	20	30	30	NP-meststof	26	7	0	16	47789	36.7	17561	8.5	2.1	390	168	58	30	970	51	-48
2010	2	26	40	90	15	NP-meststof	26	7	58	0	53135	33.9	18032	10.8	2.0	382	169	71	31	967	56	-42
2010	2	27	20	60	30	Humifirst	26	7	28	15	48317	37.5	18123	9.2	2.8	409	162	58	29	979	50	-46
2010	2	28	20	30	15	Physiostart	26	6	0	0	46733	37.2	17404	9.0	2.8	411	161	56	26	984	50	-47
2010	2	29	40	60	30	Physiostart	26	6	28	18	51617	35.0	18066	11.1	2.8	380	171	70	31	964	56	-42
2010	2	30	20	60	15	Iseed	26	7	28	0	50297	35.7	17959	10.8	2.6	393	165	67	31	973	55	-42
2010	2	31	40	30	30	Entec	26	7	0	16	54983	34.2	18803	10.7	1.5	364	177	67	33	953	55	-45
2010	2	32	40	0	0	Physiostart	2	6	0	0	54125	33.7	18231	11.2	2.7	363	173	68	34	957	56	-45
2010	2	33	0	0	0	Geen	0	0	0	0	42772	34.3	14692	7.3	2.4	366	177	47	32	954	48	-55
2010	2	34	40	30	15	Humifirst	26	7	0	0	56568	32.0	18075	11.1	2.6	349	179	67	34	950	56	-46
2010	2	35	40	30	30	Iseed	26	7	0	15	52343	32.9	17207	11.2	2.7	363	173	69	33	959	57	-44
2010	2	36	40	60	15	NP-meststof	26	7	28	0	52079	34.8	18143	11.7	2.3	370	170	72	30	966	58	-43
2010	2	37	20	60	15	Entec	26	7	28	0	50561	33.3	16835	10.0	2.3	338	186	65	34	939	55	-48
2010	2	38	40	0	0	Iseed	0	1	0	0	48647	34.7	16879	10.6	2.6	378	167	72	34	966	57	-41
2010	2	39	20	0	0	Geen	0	0	0	0	45413	35.7	16209	9.9	2.6	376	172	62	32	962	53	-47
2010	2	40	40	30	45	NP-meststof	26	7	0	31	50693	33.4	16913	10.7	1.8	351	180	72	35	947	57	-43

Bijlage 3 (vervolg) Resultaten per plot

Jaar	Blok	Veldnummer	Behandeling				Kunstmestgift (kg/ha)				Opbrengstgegevens			Gehalten per kg droge stof								
			Runderdrijfmest (m3/ha)	Kunstmest-N (kg/ha)	Kunstmest+P2O5 (kg/ha)	Soort rijenbemesting	N-rij	P2O5-rij	N-breedwerpig	P2O5-breedwerpig	Vers (kg/ha)	Ds-gehalte (%)	Drogestof (kg/ha)	Stikstof (g)	Fosfaat (g)	Zetmeel (g)	Ruwe celstof (g)	Ruw eiwit (g)	Ruw as (g)	VEM	DVE	OEB
2010	3	47	20	30	15	Iseed	26	7	0	0	45017	36.0	16205	11.5	1.7	384	167	69	32	968	56	-42
2010	3	48	40	30	30	Physiostart	26	6	0	18	46073	35.9	16520	11.5	1.5	365	179	69	37	945	55	-43
2010	3	49	20	30	30	Humifirst	26	7	0	15	44620	38.7	17255	9.5	1.6	399	170	59	30	967	50	-46
2010	3	50	0	0	0	Geen	0	0	0	0	36172	35.7	12913	7.9	1.8	361	180	46	34	947	47	-56
2010	3	62	40	0	0	Geen	0	0	0	0	48383	33.9	16409	10.6	2.3	353	181	67	33	947	55	-45
2010	3	51	40	90	15	NP-meststof	26	7	58	0	46997	39.3	18467	11.8	1.7	439	153	70	29	992	53	-36
2010	3	52	20	60	15	Physiostart	26	6	28	0	46601	35.1	16370	11.4	1.7	370	176	67	34	953	55	-44
2010	3	53	40	30	15	NP-meststof	26	7	0	0	48845	38.3	18727	10.9	1.7	413	161	67	31	978	53	-40
2010	3	54	40	0	0	Iseed	0	1	0	0	46997	36.8	17288	10.1	1.6	390	169	65	32	966	53	-44
2010	3	55	20	60	30	NP-meststof	26	7	28	16	47723	36.9	17629	8.6	1.5	380	174	64	33	958	53	-45
2010	3	56	40	60	30	Entec	26	7	28	16	49868	36.2	18047	10.4	1.6	376	174	70	32	959	56	-42
2010	3	57	40	60	30	Iseed	26	7	28	15	51845	36.0	18664	10.7	1.7	405	163	69	29	977	55	-40
2010	3	58	20	30	15	Entec	26	7	0	0	46403	34.9	16209	8.9	1.6	359	179	66	33	950	55	-46
2010	3	59	40	60	15	Humifirst	26	7	28	0	51713	33.0	17065	10.7	1.4	356	187	68	39	932	54	-43
2010	3	60	40	0	0	Physiostart	2	6	0	0	49241	35.3	17366	11.6	2.6	369	172	73	31	962	58	-42
2010	3	61	40	30	45	NP-meststof	26	7	0	31	50561	33.6	16979	11.5	2.5	355	177	72	34	952	57	-43
2010	3	63	20	0	0	Geen	0	0	0	0	46007	34.1	15708	9.2	1.4	346	187	61	38	933	52	-48
2010	4	18	20	30	30	Physiostart	26	6	0	18	46403	33.9	15739	10.7	1.8	361	177	66	31	956	55	-46
2010	4	19	20	0	0	Geen	0	0	0	0	45083	34.0	15330	9.2	1.5	357	176	65	33	954	55	-47
2010	4	20	20	60	15	Humifirst	26	7	28	0	48383	35.8	17331	10.5	2.1	395	162	69	28	981	56	-42
2010	4	21	20	60	30	Iseed	26	7	28	15	45017	36.9	16596	9.8	1.9	392	168	64	32	967	53	-44
2010	4	22	40	30	30	Humifirst	32	7	0	15	48713	35.9	17505	10.2	1.8	380	171	67	31	964	55	-43
2010	4	23	40	0	0	Iseed	0	1	0	0	44818	38.3	17159	10.8	1.9	394	167	69	30	972	55	-41
2010	4	41	20	30	15	NP-meststof	26	7	0	0	45281	35.3	15965	10.1	1.8	370	174	64	32	958	54	-46
2010	4	42	40	0	0	Geen	0	0	0	0	47525	33.7	16005	11.8	1.7	351	178	69	38	946	56	-44
2010	4	43	40	30	45	NP-meststof	26	7	0	31	48251	34.8	16812	10.0	1.6	359	178	67	33	952	55	-45
2010	4	44	40	60	30	NP-meststof	26	7	28	16	50429	34.5	17411	10.7	1.6	358	178	68	32	954	56	-45
2010	4	45	40	30	15	Iseed	26	7	0	0	51023	34.6	17635	11.6	1.6	358	178	68	36	948	55	-44
2010	4	46	40	60	15	Entec	26	7	28	0	50297	34.8	17499	12.3	1.7	370	170	72	38	957	57	-41
2010	4	64	40	90	15	NP-meststof	26	7	58	0	49307	34.8	17170	11.5	1.4	361	178	71	35	950	56	-43
2010	4	65	40	60	15	Physiostart	26	6	28	0	48779	34.2	16677	11.8	1.4	360	176	72	34	953	57	-43
2010	4	66	0	0	0	Geen	0	0	0	0	33861	35.7	12077	8.1	1.5	366	179	53	34	949	49	-51
2010	4	67	20	30	30	Entec	26	7	0	16	44290	35.9	15922	9.6	1.5	374	173	61	33	959	52	-47
2010	4	68	40	0	0	Physiostart	2	6	0	0	48185	33.5	16145	10.1	1.2	351	179	65	34	949	55	-47

Bijlage 4 Voorbeeld ANOVA analyse

Analysis of variance
 =====

Variate: KgHa

Source of variation	d.f.	s.s.	m.s.	v.r.	F	pr.
fjaar stratum	1	3.136E+07	3.136E+07	0.98		
fjaar.Blok stratum	6	1.916E+08	3.193E+07	7.46		
fjaar.Blok.*Units* stratum						
fdesign	1	1.059E+08	1.059E+08	24.72	<.001	
fdesign.RDM_new	1	1.885E+09	1.885E+09	440.04	<.001	
fdesign.RDM_new.N_new	2	1.158E+07	5.792E+06	1.35	0.265	
fdesign.RDM_new.N_new.Beh_new	5	8.353E+06	1.671E+06	0.39	0.854	
fdesign.RDM_new.N_new.RDM	1	1.639E+08	1.639E+08	38.28	<.001	
fdesign.RDM_new.N_new.Nkm_new	1	3.031E+07	3.031E+07	7.08	0.009	
fdesign.RDM_new.N_new.Pkm_new	1	5.335E+05	5.335E+05	0.12	0.725	
fdesign.RDM_new.N_new.Beh_new.RDM	3	1.727E+07	5.757E+06	1.34	0.266	
fdesign.RDM_new.N_new.Beh_new.Nkm_new	3	1.505E+07	5.018E+06	1.17	0.326	
fdesign.RDM_new.N_new.RDM.Nkm_new	1	2.241E+06	2.241E+06	0.52	0.472	
fdesign.RDM_new.N_new.Beh_new.Pkm_new	3	2.716E+06	9.054E+05	0.21	0.888	
fdesign.RDM_new.N_new.RDM.Pkm_new	1	2.509E+06	2.509E+06	0.59	0.446	
fdesign.RDM_new.N_new.Nkm_new.Pkm_new	1	1.666E+06	1.666E+06	0.39	0.535	
Residual	80	3.427E+08	4.283E+06			
Total	111	2.813E+09				

* MESSAGE: the following units have large residuals.

fjaar 2008	Blok 2	*units* 3	-4762.	approx. s.e. 1749.
fjaar 2008	Blok 4	*units* 1	-5533.	approx. s.e. 1749.
fjaar 2010	Blok 2	*units* 9	7478.	approx. s.e. 1749.

Rapport 499

Tables of means

Variate: KgHa

Grand mean 49086.

fdesign	0	1
	47963.	49928.
rep.	48	64

fdesign	RDM_new	0	1
0		33951.	50766.
	rep.	8	40
1			49928.
	rep.		64

fdesign	RDM_new	0	1				
	N_new	0	90	45	0	90	45
0		33951.			50332.	51272.	51559.
	rep.	8			24	8	8
1					49928.		
	rep.				64		

fdesign	RDM_new	N_new	Beh_new	E	H	M	L	P
0	0	0				33951.		
			rep.			8		
	1	0				50527.	49720.	50750.
			rep.			8	8	8
		90				51272.		
			rep.			8		
		45				51559.		
			rep.			8		
1	1	0				50226.	49614.	50079.
			rep.			16	16	16

fdesign	RDM_new	N_new								
	RDM	0				90			45	
0	0	0	20	40	0	0	20	40	0	20
		33951.								40
		rep.								8
	1					50332.		51272.		51559.
						24		8		8
		rep.								
1	1		48328.	51529.						
		rep.	32	32						

Rapport 499

fdesign	RDM_new	N_new	Nkm_new		0	30	60	90
0	0	0			33951.			
			rep.		8			
	1	0			50332.			
			rep.		24			
		90						51272.
			rep.					8
		45			51559.			
			rep.		8			
1	1	0			49240.	50616.		
			rep.		32	32		
fdesign	RDM_new	N_new	Pkm_new		0	15	30	45
0	0	0			33951.			
			rep.		8			
	1	0			50332.			
			rep.		24			
		90						51272.
			rep.					8
		45						51559.
			rep.					8
1	1	0			50019.	49837.		
			rep.		32	32		
fdesign	RDM_new	N_new	Beh_new	RDM	0	20	40	
0	0	0	M		33951.			
	1	0	M					50527.
			L					49720.
			P					50750.
		90	M					51272.
		45	M					51559.
1	1	0	H			48278.	52175.	
			M			48259.	50968.	
			L			47861.	52296.	
			P			48912.	50676.	
fdesign	RDM_new	N_new	Beh_new	Nkm_new	0	30	60	90
0	0	0	M		33951.			
	1	0	M		50527.			
			L		49720.			
			P		50750.			
		90	M					51272.
		45	M			51559.		
1	1	0	H			50137.	50316.	

Rapport 499

				M	48225.	51002.		
				L	49649.	50508.		
				P	48948.	50640.		
fdesign	RDM_new	N_new	RDM	Nkm_new	0	30	60	90
0	0	0	0		33951.			
				rep.	8			
	1	0	40		50332.			
				rep.	24			
		90	40					51272.
				rep.				8
		45	40		51559.			
				rep.	8			
1	1	0	20		47452.	49203.		
				rep.	16	16		
			40		51028.	52030.		
				rep.	16	16		
fdesign	RDM_new	N_new	Beh_new	Pkm_new	0	15	30	45
0	0	0	M		33951.			
	1	0	M		50527.			
			L		49720.			
			P		50750.			
		90	M					51272.
		45	M					51559.
1	1	0	H		50638.	49814.		
			M		49477.	49750.		
			L		50050.	50107.		
			P		49912.	49675.		
fdesign	RDM_new	N_new	RDM	Pkm_new	0	15	30	45
0	0	0	0		33951.			
				rep.	8			
	1	0	40		50332.			
				rep.	24			
		90	40					51272.
				rep.				8
		45	40					51559.
				rep.				8
1	1	0	20		48617.	48038.		
				rep.	16	16		
			40		51422.	51635.		
				rep.	16	16		

Rapport 499

fdesign	RDM_new	N_new	Nkm_new	Pkm_new	0	15	30	45
0	0	0	0		33951.			
	1	0	0	rep.	8			
		90	90	rep.	24			
		45	30	rep.		51272.		
				rep.		8		
				rep.			51559.	
				rep.			8	
1	1	0	30		49493.	48987.		
			60	rep.	16	16		
				rep.	50546.	50686.		
				rep.	16	16		

Standard errors of differences of means

Table	fdesign	fdesign	fdesign	fdesign	fdesign	fdesign	fdesign	fdesign	fdesign
		RDM_new	RDM_new	RDM_new	RDM_new	RDM_new	RDM_new	RDM_new	RDM_new
			N_new	N_new	N_new	N_new	N_new	N_new	N_new
				Beh_new	RDM	Nkm_new	Pkm_new	Beh_new	RDM
									8
rep.	unequal	unequal	unequal	unequal	unequal	unequal	unequal	unequal	8
d.f.	80	80	80	80	80	80	80	80	80
s.e.d.		1034.8X	1034.8	1034.8	1034.8	1034.8	1034.8	1034.8	min.rep
	395.2	776.1	776.1	896.2	818.1	818.1	818.1	818.1	1034.8
		365.9X	365.9X	731.7	517.4	517.4	517.4	517.4	max.rep
Table	fdesign	fdesign	fdesign	fdesign	fdesign				
	RDM_new	RDM_new	RDM_new	RDM_new	RDM_new				
	N_new	N_new	N_new	N_new	N_new				
	Beh_new	RDM	Beh_new	RDM	Nkm_new				
	Nkm_new	Nkm_new	Pkm_new	Pkm_new	Pkm_new				
rep.	8	unequal	8	unequal	unequal				
d.f.	80	80	80	80	80				
s.e.d.		1034.8	1034.8	1034.8	1034.8	min.rep			
	1034.8	844.9	1034.8	844.9	844.9	max-min			
		597.4X		597.4X	597.4X	max.rep			

(No comparisons in categories where s.e.d. marked with an X)

Bijlage 5 Resultaten variantie analyse 2008

Hoofdeffect van rijenbemestingmethode, drijfmestgift en aanvullende N-gift uit kunstmest op de opbrengst

		Verse opbrengst (kg/ha)	Drogestofgehalte (%)	Drogestofopbrengst (kg/ha)	Siliciumopbrengst (kg/ha)	Fosfaatopbrengst (kg/ha)
Rijenbemesting	Standaard NP	50011	34.06	17012	196	69
	Humifirst	50333	33.72	16969	191	72
	Iseed	50536	33.35	16839	189	74
	Physiostart	50776	33.14	16802	190	70
	F-prob	0.745	0.781	0.871	0.866	0.357
	Sign	ns	ns	ns	ns	ns
	Lsd	1526	1.398	704	21.7	8.0
Drijfmest	20	48689	33.91	16500	176	71
	40	52139	33.23	17311	207	71
	F-prob	<0.001	0.178	0.003	<0.001	0.918
	Sign	***	ns	**	***	ns
	Lsd	1079	0.988	498	15.3	5.7
N-Kunstmest	26 rij	49762	33.38	16591	188	69
	26 rij + 30 breedw	51066	33.75	17221	196	73
	F-prob	0.022	0.459	0.017	0.425	0.108
	Sign	*	ns	*	ns	ns
	Lsd	1079	0.988	498	15.3	5.7
P-Kunstmest	7,5 rij	50191	33.56	16826	189	71
	7,5 rij + 15 breedw	50637	33.57	16985	194	71
	F-prob	0.416	0.986	0.526	0.594	0.902
	Sign	ns	ns	ns	ns	ns
	Lsd	1079	0.988	498	15.3	5.7
Interactie RDM* P-kunstmest op verse opbrengst (kg/ha)						
P-kunstmest		RDM				
		20	40			
7,5 rij		49082	51301			
7,5 rij + 15 breedw		48295	52978			
F-prob= 0.03		Lsd= 1225				
Interactie RDM* P-kunstmest op fosfaat opbrengst (kg/ha)						
P-kunstmest		RDM				
		20	40			
7,5 rij		74	68			
7,5 rij + 15 breedw		68	75			
F-prob= 0.025		Lsd= 6.5				
Interactie RDM* N-kunstmest op fosfaat opbrengst (kg/ha)						
N-kunstmest		RDM				
		20	40			
26 rij		65	72			
26 rij + 30 breedw		77	70			
F-prob= 0.024		Lsd= 6.5				

Bijlage 5 (vervolg) Resultaten variantie analyse 2008

Hoofdeffect van rijenbemestingmethode, drijfmestgift en aanvullende N-gift uit kunstmest op de samenstelling

		Zetmeel	N-gehalte	P-gehalte	VEM	DVE	OEB
Rijenbemesting	Standaard NP	333	11.5	1.8	934	56	-45
	Humifirst	340	11.2	1.8	939	56	-45
	Iseed	348	11.2	1.9	945	56	-45
	Physiostart	342	11.3	1.8	941	56	-45
	F-prob	0.569	0.961	0.281	0.574	0.989	0.992
	Sign	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Lsd	16.0	1.18	0.18	12.0	1.8	3.0
Drijfmest	20	343	10.7	1.9	942	56	-46
	40	338	11.9	1.8	938	57	-44
	F-prob	0.446	0.004	0.036	0.396	0.026	0.066
	Sign	ns	**	**	ns	*	~
	Lsd	11.3	0.84	0.13	8.5	1.3	2.1
N-Kunstmest	26 rij	337	11.3	1.8	938	56	-46
	26 rij + 30 breedw	344	11.3	1.9	942	56	-45
	F-prob	0.227	0.917	0.385	0.279	0.876	0.506
	Sign	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Lsd	11.3	0.84	0.13	8.5	1.3	2.1
P-Kunstmest	7,5 rij	342	11.2	1.8	941	56	-46
	7,5 rij + 15 breedw	339	11.4	1.8	939	57	-45
	F-prob	0.678	0.711	0.923	0.631	0.569	0.623
	Sign	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Lsd	11.3	0.84	0.13	8.5	1.3	2.1
Interactie RDM* P-kunstmest op P-gehalte							
P-kunstmest	RDM						
	20	40					
7,5 rij	1.9	1.7					
7,5 rij + 15 breedw	1.8	1.9					
F-prob= 0.032 Lsd= 0.15							
Interactie RDM* N-kunstmest op P-gehalte							
N-kunstmest	RDM						
	20	40					
26 rij	1.8	1.9					
26 rij + 30 breedw	2.0	1.7					
F-prob= 0.013 Lsd= 0.15							

Bijlage 5 (vervolg) Resultaten variantie analyse 2008

Effecten van de aanvullende behandelingen op de opbrengst

	Verse opbrengst (kg/ha)	Drogstofgehalte (%)	Drogstofopbrengst (kg/ha)	Stikstofopbrengst (kg/ha)	Fosfaatopbrengst (kg/ha)
Geen bemesting	31137	34.9	10862	103.2	54.5
40 RDM	52077	34.2	17791	199.8	77.3
40 RDM+30-45	52656	32.64	17170	178.5	64.9
40 RDM+90-15	52230	33.43	17441	204.1	65.9
40 RDM+lseed	52230	33.59	17532	188.3	79.3
40 RDM+Physiostart	50973	33.79	17221	182.4	69.1
F-prob	<0.001	0.533	<0.001	<0.001	0.003
Sign	***	ns	***	***	**
Lsd	2158	1.98	995	30.6	11.3

Effecten van de aanvullende behandelingen op de opbrengst

	Zetmeel	N-gehalte	P-gehalte	VEM	DVE	OEB
Geen bemesting	353	9.4	2.2	950	53	-50
40 RDM	331	11.2	1.9	933	56	-46
40 RDM+30-45	327	10.4	1.7	930	55	-48
40 RDM+90-15	326	11.7	1.7	929	57	-45
40 RDM+lseed	324	10.7	2.0	928	56	-47
40 RDM+Physiostart	326	10.6	1.8	930	55	-48
F-prob	0.149	0.282	0.002	0.135	0.145	0.485
Sign	ns	ns	**	ns	ns	ns
Lsd	22.7	1.67	0.26	16.9	2.56	4.24

Bijlage 6 Resultaten variantie analyse 2010

Hoofdeffect van rijenbemestingmethode, drijfmestgift en aanvullende N-gift uit kunstmest op de opbrengst

		Verse opbrengst (kg/ha)	Drogestofgehalte (%)	Drogestofopbrengst (kg/ha)	Siliciumopbrengst (kg/ha)	Fosfaatopbrengst (kg/ha)
Rijenmeststof	Standaard NP	49216	35.82	17609	183	73
	Humifirst	50119	34.99	17463	184	77
	Iseed	49622	34.98	17328	190	76
	Physiostart	48812	34.67	16894	185	74
	Entec	49707	34.81	17284	180	66
	F-prob	0.198	0.034	0.048	0.301	0.496
	Sign	ns	*	*	ns	ns
	Lsd	1809	1.2	588	12.1	14.2
Drijfmest	20	48043	35.25	16901	169	73
	40	50947	34.85	17732	200	73
	F-prob	<0.001	0.298	<0.001	<0.001	0.948
	Sign	***	ns	***	***	ns
	Lsd	1144	0.76	372	7.7	9.0
N-Kunstmest	26 rij	48713	35.38	17201	180	71
	26 rij + 30 breedw	50277	34.72	17432	189	75
	F-prob	0.01	0.09	0.221	0.025	0.35
	Sign	*	ns	ns	*	ns
	Lsd	1144	0.76	372	7.7	9.0
P-Kunstmest	7,5 rij	49697	34.68	17204	188	73
	7,5 rij + 15 breedw	49294	35.43	17429	181	73
	F-prob	0.486	0.057	0.234	0.075	0.934
	Sign	ns	ns	ns	ns	ns
	Lsd	1144	0.76	372	7.7	9.0
interactie Rijenbemesting * RDM op drogestofgehalte (%)						
Rijenmeststof	RDM					
	20	40				
Standaard NP	35.36	36.28				
Humifirst	36.21	33.76				
Iseed	35.84	34.11				
Physiostart	34.45	34.89				
Entec	34.41	35.21				
F-prob= 0.019	Lsd= 1.7					
interactie Rijenbemesting * P-kunstmest op drogestofgehalte (%)						
Rijenmeststof	P-kunstmest					
	7,5	7,5+15				
Standaard NP	35.23	36.41				
Humifirst	33.40	36.57				
Iseed	34.82	35.13				
Physiostart	35.26	34.07				
Entec	34.67	34.95				
F-prob= 0.016	Lsd= 1.7					

Bijlage 6 (vervolg) Resultaten variantie analyse 2010

Hoofdeffect van rijenbemestingmethode, drijfmestgift en aanvullende N-gift uit kunstmest op de samenstelling

		Zetmeel	N-gehalte	P-gehalte	VEM	DVE	OEB
Rijenmeststof	Standaard NP	382	10.4	1.8	966	55	-44
	Humifirst	374	10.6	1.9	961	55	-44
	Iseed	381	10.9	1.9	966	55	-43
	Physiostart	366	10.9	1.9	957	55	-44
	Entec	364	10.4	1.7	954	55	-45
	F-prob	0.02	0.243	0.663	0.043	0.819	0.141
	Sign	*	ns	ns	*	ns	ns
Lsd	15.8	0.61	0.35	11.0	1.4	1.8	
Drijfmest	20	375	10.0	1.9	962	54	-45
	40	372	11.3	1.8	959	56	-43
	F-prob	0.569	<0.001	0.418	0.414	<0.001	<0.001
	Sign	ns	***	ns	ns	***	***
	Lsd	10.0	0.39	0.22	7.0	0.9	1.1
N-Kunstmest	26 rij	374	10.4	1.8	961	54	-45
	26 rij + 30 breedw	373	10.8	1.9	960	55	-43
	F-prob	0.885	0.053	0.471	0.923	0.044	0.039
	Sign	ns	ns	ns	ns	*	*
	Lsd	10.0	0.39	0.22	7.0	0.9	1.1
P-Kunstmest	7,5 rij	369	10.9	1.8	959	55	-44
	7,5 rij + 15 breedw	376	10.4	1.8	962	54	-44
	F-prob	0.113	0.009	0.786	0.272	0.018	0.367
	Sign	ns	**	ns	ns	*	ns
	Lsd	10.0	0.39	0.22	7.0	0.9	1.1
interactie Rijenbemesting * N-kunstmest op zetmeelgehalte							
Rijenmeststof		N-kunstmest					
		26	26+30				
Standaard NP		397	366				
Humifirst		367	382				
Iseed		369	392				
Physiostart		369	364				
Entec		368	360				
F-prob= 0.017		Lsd= 22.4					

Bijlage 6 (vervolg) Resultaten variantie analyse 2010

Effecten van de aanvullende behandelingen op de opbrengst

	Verse opbrengst (kg/ha)	Drogstofgehalte (%)	Drogstofopbrengst (kg/ha)	Stikstofopbrengst (kg/ha)	Fosfaatopbrengst (kg/ha)
Geen bemesting	36766	35.10	12893	101	54
20 RDM ¹⁾	44884	34.39	15438	146	62
40 RDM	48977	33.31	16554	180	70
40 RDM+30-45	50462	33.94	17124	184	72
40 RDM+90-15	50314	35.65	17892	207	69
40 RDM+lseed	47211	36.14	17041	181	74
40 RDM+Physiostart	50528	34.54	17451	195	86
F-prob	<0.001	0.064	<0.001	<0.001	0.139
Sign	***	ns	***	***	ns
Lsd	2558	1.7	947	17.6	21.4

Effecten van de aanvullende behandelingen op de samenstelling

	Zetmeel	N-gehalte	P-gehalte	VEM	DVE	OEB
Geen bemesting	365	7.9	1.8	953	49	-54
20 RDM ¹⁾	360.7	9.4	1.8	951	53	-48
40 RDM	351.3	10.9	1.9	948	56	-45
40 RDM+30-45	354.2	10.8	1.9	950	57	-44
40 RDM+90-15	381.8	11.6	1.7	970	56	-40
40 RDM+lseed	385.5	10.6	1.9	968	55	-42
40 RDM+Physiostart	369.5	11.2	2.1	961	56	-43
F-prob	0.006	<0.001	0.701	0.02	<0.001	<0.001
Sign	**	***	ns	*	***	***
Lsd	18.4	0.82	0.53	14.6	2.0	3.2



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info.livestockresearch@wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl