

Onderzoek compost in de akkerbouw op PPO-locatie Vredepeel

Onderzoek in opdracht van Attero

Ing. K.H Wijnholds en Ir. G.J.H.M (Gerard) Meuffels

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten
December 2011

PPO nr. 3250034803
VP 1528

© 2012 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO. Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Business unit Akkerbouw, Groene ruimte en Volegrondsgroenten

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

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving heeft uitgevoerd in opdracht van Attero in het kader van het project Energieboerderij.



Attero BV
Postbus 4114
6080 AC HAELEN

Projectnummer: 3250034803

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

Adres : Vredeweg 1c
: 5815 AJ Vredepeel
Tel. : 0478-538240
Fax : 0478-538249
E-mail : gerard.meuffels@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 DOELSTELLING	7
3 PLAN VAN AANPAK	7
4 RESULTATEN 2009	9
4.1 Algemeen.....	9
4.2 Waarnemingen en opbrengsten.....	10
4.3 Resultaten bodemanalyse.....	10
4.4 Resultaten opbrengst.....	11
4.5 Conclusies 2009	11
5 RESULTATEN 2010	13
5.1 Algemeen.....	13
5.2 Waarnemingen en opbrengsten.....	14
5.3 Resultaten bodemanalyse.....	14
5.4 Resultaten opbrengst.....	15
5.5 Conclusies 2010	15
6 RESULTATEN 2011	17
6.1 Algemeen.....	17
6.2 Waarnemingen en opbrengsten.....	18
6.3 Resultaten bodemanalyse.....	19
6.4 Resultaten opbrengst.....	19
6.5 Conclusies 2011	20
BIJLAGE I. AFBEELDINGEN TEELT VAN SUIKERBIETEN IN 2011.	21

Samenvatting

In opdracht van Attero is in 2009 op de PPO locatie Vredepeel een meerjarige proef gestart. In deze proef wordt een bemesting met compost aangevuld met organische mest vergeleken met een bemesting zoals gangbaar in de praktijk met organische mest aangevuld met kunstmest en een bemesting met compost aangevuld met kunstmest. Om de natuurlijke kracht van de bodem te onderzoeken is een onbemest object toegevoegd. De objecten worden meerjarig vergeleken in diverse teelten, die in Zuidoost Nederland worden verbouwd.

Tijdens de teelt van waspeen in het groeiseizoen van 2009 waren geen visuele verschillen tussen de objecten waarneembaar. Ook in opbrengst (bruto, netto, sortering) konden geen significante verschillen worden aangetoond.

Bij de teelt van snijmaïs in 2010 zijn enkele verschillen tussen de objecten waargenomen. Het onbehandelde object scoorde ten opzichte van de andere objecten lager bij de fysiologische beoordeling. In gewaslengte leek een trend te bestaan, waarbij het onbehandelde object korter was dan het object bemest met organische mest en rijenbemesting met kunstmest en het object bemest met compost en organische mest.

Bij oogst was het object bemest met compost en rijenbemesting met kunstmest verder afgerijpt dan het object bemest met organische mest en rijenbemesting met kunstmest en het object bemest met compost en organische mest. Tussen de bemeste objecten kon geen duidelijk verschil in drogestofopbrengst worden waargenomen.

In de teelt van suikerbieten in 2011 was een visueel verschil waarneembaar, waarbij het object bemest met compost aangevuld met organische mest en het object bemest met organische mest aangevuld met kunstmest meer bladmassa hadden en het blad donkerder van kleur was in vergelijking met het object bemest met compost aangevuld met kunstmest. Het onbehandeld object bleef in 2011 zeer sterk achter in groei.

Het proefveld is zowel in 2009 als in 2011 beregend. Een mogelijk positief effect van het toevoegen van organische stof op het vochtvasthoudend vermogen van de grond kon daarom niet worden waargenomen.

In wortel- en suikeropbrengst kon geen duidelijk verschil worden aangetoond tussen de bemeste objecten. Het onbemeste object bleef duidelijk achter in ontwikkeling en gaf dan ook een significant lagere wortel- en suikeropbrengst.

In 2012 zal de proef nogmaals herhaald worden in de teelt van consumptieaardappelen.

1 Inleiding

In opdracht van Attero is in 2009 op de PPO locatie Vredepeel een meerjarige proef aangelegd met compost in een akkerbouwrotatie zoals gebruikelijk voor Zuidoost Nederland. Deze proef maakt onderdeel uit van het project Energieboerderij.

Energieboerderij is een project dat de duurzaamheid van in Nederland geproduceerde biomassa wil verbeteren. Het kernpunt van het project is meten, registreren en verbeteren onder praktijkomstandigheden. Het project is op 1 juli 2008 van start gegaan met drie biomassaketens waarbij bio-energie geproduceerd wordt:

- Mais die vergist wordt in een covergistingsinstallatie.
- Suikerbieten die vergist worden in een covergistingsinstallatie.
- Koolzaad waarvan het zaad wordt geperst tot Pure Plantaardige Olie (PPO).

Energieboerderij heeft de volgende doelstellingen:

- Het ontwikkelen en toetsen van een praktisch toegepast en transparant meetsysteem - meetlat -waarmee de duurzaamheid van productie van biomassa kan worden bepaald. Dit gebeurt aan de hand van duurzaamheidscriteria op economisch, ecologisch en sociaal terrein. Dit kan bijdragen aan een certificeringssysteem voor de productie en omzetting van biomassa naar duurzame energie.
- Het ontwikkelen en implementeren van economisch, ecologisch en sociaal verantwoorde teeltwijzen voor de productie van biomassa voor bio-energie. Dit moet leiden tot 'best practices' voor de productie van deze biomassa, waarbij in de teelt wordt voldaan aan duurzaamheid criteria. De ambitie is de bijdrage aan de CO₂ emissie op basis van deze teeltwijzen ten opzichte van de fossiele referentie te ontwikkelen tot een niveau van minimaal 80%

2 Doelstelling

Het doel van het onderzoek is om het effect van het jaarlijkse gebruik van compost aan te tonen in een akkerbouwrotatie gebruikelijk voor Zuidoost Nederland.

3 Plan van aanpak

Op de PPO-locatie Vredepeel in Noord Limburg (zandgrond) is in het voorjaar van 2009 een meerjarige proef aangelegd. Om het meerjarige effect aan te kunnen tonen zal er gedurende een rotatie met gewasvolgorde waspeen – snijmaïs – suikerbieten – consumptieaardappelen jaarlijks compost worden aangewend. Het bemestingsniveau wordt jaarlijks afgestemd op het niveau van de kunstmestvariant. Voor de compost worden de werkelijke werkingscoëfficiënten gehanteerd voor het berekenen van de beschikbaarheid van stikstof, fosfaat en kalium. Bij jaarlijkse toepassing van 25 ton compost wordt rekening gehouden met de extra stikstofwerking. De extra stikstofwerking door meerjarige toepassing wordt bepaald aan de hand van voorjaarsbemonstering per object. Daarnaast wordt tijdens het groeiseizoen het beschikbaar zijn van stikstof in de bodem bepaald op verschillende tijdstippen.

Compost mag binnen de geldende stikstof- en fosfaatsnormen op bedrijfsniveau onbeperkt worden gebruikt. Een bemesting, zoals in dit onderzoek uitgevoerd is met 25 ton compost per hectare, is mogelijk voor een gedeelte van het bedrijf zolang op bedrijfsniveau wordt voldaan aan de wettelijke bemestingsnormen.

De proef is aangelegd als een gewarde blokkenproef in vier herhalingen. In overleg met Attero is besloten de

volgende objecten aan te leggen.

- A. Geen stikstof en fosfaat bemesting (compensatie kali)
- B. Praktijk bemesting; organische mest aangevuld met kunstmest
- C. Compost aangevuld met kunstmest
- D. Compost aangevuld met organische mest

De gegevens zijn verwerkt met het statistische programma Genstat for Windows, 14th edition. Met behulp van variatieanalyse werd getoetst of sprake was van een significant behandelingseffect. Hierbij werd volgens de F-toets de overschrijdingskans berekend (F-prob.). Daarna werd volgens de T-toets bij 5% onbetrouwbaarheid de l.s.d. (kleinste significante verschil) berekend.

4 Resultaten 2009

4.1 Algemeen

In mei 2009 is gestart met de aanleg van het proefveld. De compost is handmatig gestrooid. De dagen daarna zijn de overige meststoffen aangewend. De organische mest werd met een zelfrijdend voertuig voorzien van bouwlandinjecteur aangewend. Daags voor het zaaien van de waspeen is geploegd met vorenpakker. In onderstaande tabel zijn de verschillende giften van stikstof, fosfaat en kali berekend per object op basis van de geanalyseerde monsters. De objecten B, C en D zijn in augustus bijbemest met 150 kg/ha KAS. Deze bemesting werd uitgevoerd met een pneumatische kunstmeststrooier.

Tabel 1. **Berekening van de aanvoer van de nutriënten N, P₂O₅ en K₂O voor de verschillende objecten in 2009 in het gewas waspeen.**

Object	Gehalte	Aanvoer Kg/ha	Werkings %	Berekend Werkzaam	Totaal
A=Onbehandeld					
N	27	0	100	0	0
P ₂ O ₅	45	0	100	0	0
K ₂ O	30	500	100	150	150
B=Praktijk	32 ton/ha zeugenmest + 150 kg/ha KAS (bijbemesting)				
N	5.0 /27	160/41	70/100	112/41	153
P ₂ O ₅	3.5	112	100	112	112
K ₂ O	3.4	109	100	109	109
C=Compost	25 ton/ha Compost + 300 kg/ha KAS + 150 kg/ha KAS (bijbemesting)				
N	8.1/27	203/81/41	15/100/100	30/122/41	193
P ₂ O ₅	4.1	103	75	77	77
K ₂ O	5.8	145	100	145	145
D=Compost+Drijfmest	25 ton/ha Compost + 22 ton/ha Zeugenmest + 150 kg/ha KAS (bijbemesting)				
N	8.1/5.0/27	203/110/41	15/70/100	30/77/41	148
P ₂ O ₅	4.1/3.5	103/77	75/100	77/77	154
K ₂ O	5.8/3.4	145/75	100/100	145/75	220

Op het onbehandelde object is dus alleen bemest met kali en is de fosfaat- en stikstofbemesting achterwege gelaten. De gewasverzorging is uitgevoerd volgens gangbare praktijk. In tabel 2 zijn de algemene teeltgegevens opgenomen.

Tabel 2. **Algemene proefveldgegevens 2009.**

Ras	Armstrong
Bemesting	12 mei: 300 kg/ha KAS op object C 13 mei: 25 ton/ha compost objecten C en D 14 mei: 32 ton/ha respectievelijk 22 ton/ha Zeugenmest op object B en D 19 mei: 500 kg/ha Patentkali op object A 26 augustus: 150 kg/ha KAS op object B, C en D
Ploegen met vorenpakker	27 mei
Zaaidatum	28 mei
Beregening	31 mei: 15 mm 2 juli: 30 mm 8, 18, 29 augustus 30 mm 11, 20 september 30 mm
Oogstdatum	12 oktober

Tabel 3. Bodemanalyse proefveld november 2007. Bemonsterde laag 0-30 cm

Element	Eenheid	Resultaat
pH		5.1
Organische stof	%	3.9
Pw-getal	mg P ₂ O ₅ /l	94
K-getal		14
Kalium PAE	mg K/kg	64
Magnesium PAE	mg Mg/kg	83
Natrium PAE	mg Na/kg	6

4.2 Waarnemingen en opbrengsten

Gedurende het groeiseizoen is regelmatig een gewasbeoordeling uitgevoerd. Er waren geen verschillen tussen de objecten zichtbaar.

4.3 Resultaten bodemanalyse

Periodiek zijn er bodemanalyses uitgevoerd naar stikstofgehalte in de bodem in de laag 0 – 60 centimeter.

Tabel 4. Resultaten bemonstering stikstof in de bodemlaag 0-60 cm tijdens de uitvoering van het onderzoek in 2009 in waspeen.

Object	12-mei-09			9-jul-09			17-aug-09			13-okt-09		
	NO ₃ ⁻ N	NH ₄ ⁻ N	N kg/ha	NO ₃ ⁻ N	NH ₄ ⁻ N	N kg/ha	NO ₃ ⁻ N	NH ₄ ⁻ N	N kg/ha	NO ₃ ⁻ N	NH ₄ ⁻ N	N kg/ha
A	5.7	<0.5	68.4	4.2	<0.5	50.4	0.6	<0.5	7.2	0.5	1.1	19.2
B	3.5	<0.5	42.0	6.8	<0.5	81.6	1.6	<0.5	19.2	0.6	<0.5	7.2
C	3.6	<0.5	43.2	8.8	<0.5	105.6	1.9	1.2	37.2	0.7	1	8.4
D	4.1	<0.5	49.2	7.3	<0.5	87.6	1.4	0.8	26.4	0.8	<0.5	9.6

Opvallend was dat op 12 mei (kort voor het bemesten) de stikstofvoorraad van object A op dat moment hoger was dan van de objecten B, C en D. De gemeten gehalten op 9 juli waren in lijn met de berekende stikstofgiften van respectievelijk 0, 112, 152 en 107 kg/ha voor de objecten A,B,C en D. Op 17 augustus is de voorraad bij het object C nog steeds iets hoger dan van de overige objecten. De voorraad bij object A was praktisch nihil. Alle beschikbare stikstof uit mineralisatie is opgenomen door het gewas. Op 13 oktober is de gemeten hoeveelheid stikstof bij het onbehandelde object A duidelijk hoger dan bij de bemeste objecten.

4.4 Resultaten opbrengst

Op 12 oktober 2009 is de proef handmatig geoogst. Per plot werd de waspeen gesorteerd in de volgens de door de verwerkende industrie gestelde klassen 0-10, 10-16, 16-20 en >20 millimeter.

Tabel 5. **Gemiddelde bruto- en netto opbrengst aan waspeen in 2009 voor de verschillende bemestingsobjecten. Het product is gesorteerd in de maten 0-10, 10-16, 16-20 en > 20 mm (oogstdatum: 12 oktober 2009).**

Object	Opbrengst in kg/ha per sortering in mm.				Niet bruikbare peen in kg/ha		Opbrengst In kg/ha
	0-10	10-16	16-20	>20	Afwijkingen (rot)	Vertakt	Netto
A	8450	48950	46015	2100	115	1945	105515
B	7365	73200	53735	4015	115	765	108315
C	7685	44415	46715	4500	85	665	103315
D	7100	43735	54815	5250	150	385	110900
<i>Gemiddeld</i>	<i>7650</i>	<i>45075</i>	<i>50320</i>	<i>3965</i>	<i>115</i>	<i>940</i>	<i>107010</i>
<i>LSD</i>	<i>2610</i>	<i>5430</i>	<i>12500</i>	<i>2765</i>	<i>600</i>	<i>2260</i>	<i>12495</i>

Ondanks dat bemesting met compost en organische mest de hoogste netto opbrengst geeft, kan tussen de objecten in de teelt van waspeen geen significante verschil in opbrengst en kwaliteit worden aangetoond.

4.5 Conclusies 2009

- Gedurende het groeiseizoen zijn regelmatig gewasbeoordelingen uitgevoerd. Hierbij zijn geen opvallende zaken geconstateerd.
- Bij de tussentijdse grondbemonstering op stikstof zijn geen verschillen geconstateerd.
- De verschillen in opbrengst per sortering waren minimaal. Ook de netto-opbrengst vertoonde geen significante verschillen.
- Op basis van dit jaar kunnen geen duidelijke conclusies worden getrokken over de rol van bemesting en/of het gebruik van compost in waspeen.
- De waspeen werd gedurende het groeiseizoen 7 keer beregend, waardoor het gewas geen last heeft gehad van de droogte. Er kon geen verschil in vochtvasthoudend vermogen van de grond tussen de objecten worden waargenomen. Mogelijk dat bij herhaaldelijk toepassen van compost het vochtvasthoudend vermogen van de grond toeneemt.

5 Resultaten 2010

5.1 Algemeen

Op 30 maart 2010 is gestart met het uitzetten van het proefveld. De compost is handmatig gestrooid. Op 12 april zijn de objecten B en D bemest met rundveedrijfmest. Deze bemesting werd uitgevoerd met een zelfrijdend voertuig voorzien van bouwlandinjecteur. Eind april is geploegd met vorenpakker. In onderstaande tabel zijn de verschillende giften van stikstof, fosfaat en kali berekend per object op basis van de geanalyseerde monsters. De aanvullende kunstmestgift met KAS werd tijdens het zaaien als rijenbemesting meegegeven.

Tabel 6. **Berekening van de aanvoer van de nutriënten N, P₂O₅ en K₂O voor de verschillende objecten uitgevoerd in 2010 in het gewas snijmaïs.**

Object	Gehalte	Aanvoer kg/ha	Werking %	Berekend Werkzaam	Totaal
A=Onbehandeld	500 kg/ha Patentkali				
N	27	0	100	0	0
P ₂ O ₅	45	0	100	0	0
K ₂ O	30	150	100	150	150
B=Praktijk	40 ton/ha Rundveedrijfmest + 120 kg/ha KAS (in de rij)				
N	4.5 /27	180/32	60/100	108/32	140
P ₂ O ₅	1.8	72	100	72	72
K ₂ O	5	200	100	200	200
C=Compost	25 ton/ha Compost + 260 kg/ha KAS (in de rij)				
N	8.1/27	203/70	15/100	30/70	100
P ₂ O ₅	4.1	103	75	77	77
K ₂ O	5.8	145	100	145	145
D=Compost+Drijfmest	25 ton/ha Compost + 20 ton/ha Rundveedrijfmest + 100 kg/ha KAS (in de rij)				
N	8.1/4.5/27	203/90/27	15/60/100	30/54/27	111
P ₂ O ₅	4.1/1.8	103/36	75/100	77/36	154
K ₂ O	5.8/5.0	145/100	100/100	145/100	220

Op het onbehandelde object is dus alleen bemest met kali en is de fosfaat- en stikstofbemesting achterwege gelaten. De gewasverzorging is uitgevoerd volgens gangbare praktijk. In tabel 7 zijn de algemene teeltgegevens opgenomen.

Tabel 7. **Algemene proefveldgegevens 2010.**

Ras	Torres
Bemesting	30 maart 25 ton/ha compost op object C en D 7 april 500 kg/ha Patentkali op object A 12 april 40 ton/ha respectievelijk 20 ton/ha rundveedrijfmest op object B en D 3 mei Rijenbemesting bij zaai; object B 120 kg/ha KAS, object C 260 kg/ha KAS en object D 100 kg/ha KAS
Ploegen met vorenpakker	28 april
Zaaidatum	3 mei
Oogstdatum	18 oktober

5.2 Waarnemingen en opbrengsten

Gedurende het groeiseizoen is regelmatig een gewasbeoordeling uitgevoerd.

Tabel 8. Resultaten gewasbeoordelingen uitgevoerd op 13 juli 2010 (stand en legering) en 26 augustus 2010 (gewaslengte) in snijmaïs.

Object	13-juli-10		26-aug-10
	Gewasstand	Legering %	Gewaslengte (cm)
A	6.00	2.00	312
B	8.75	0.75	333
C	8.50	6.75	324
D	8.88	2.75	338

Tijdens de beoordeling van 13 juli is het gewas fysiologisch beoordeeld met een cijfer tussen 1 en 10. Object B, C en D waren significant beter dan object A. Het percentage legering toonde geen significante verschillen tussen de objecten. Op 26 augustus is het gewas gemeten. Hierbij kon worden vastgesteld dat object A statistisch korter is dan de objecten B en D.

5.3 Resultaten bodemanalyse

Zowel voor de zaai als na de oogst zijn er bodemanalyses uitgevoerd naar stikstofgehalte in de bodem in de laag 0 – 60 centimeter.

Tabel 9. Resultaten bemonstering stikstof in de bodemlaag 0-60 cm tijdens de uitvoering van het onderzoek in snijmaïs in 2010.

Object	8-apr-10			20-okt-10		
	NO ₃ - N	NH ₄ - N	N kg/ha	NO ₃ - N	NH ₄ - N	N kg/ha
A	3	<0.5	36	1.7	<0.5	20
B	3.9	<0.5	47	2.5	<0.5	30
C	4.6	<0.5	55	2.6	<0.5	31
D	7.1	<0.5	85	2.8	<0.5	34

Het monsterniveau voor zaai (8 april) was nadat de compost gestrooid is op de objecten C en D. De andere bemesting heeft plaatsgevonden na de monsternamen. Wat opvalt is dat de stikstofvoorraad van 85 kg/ha van object D erg uitschiet ten opzichte van de andere objecten. Na de teelt zijn de stikstofvoorraden van de bemeste objecten nagenoeg gelijk. Het gehalte van object A is wel iets lager.

5.4 Resultaten opbrengst

Op 18 oktober 2010 is de proef geoogst met een proefveldhakselaar voorzien van weeg- en monsterunit. Per plot werd een monster genomen, waarvan de drogestof is bepaald.

Tabel 10. **Gemiddelde vers- en drogestofopbrengst van de snijmaïs voor de verschillende bemestingsobjecten in 2010 (oogstdatum: 18 oktober 2011) (ns=niet significant).**

Object	Vers opbrengst (kg/ha)	DS %	DS opbrengst (kg/ha)
A	43.851 (a..)	29.82	13.063 (a.)
B	61.064 (..c)	28.32	17.321 (.b)
C	55.745 (.b.)	31.90	17.764 (.b)
D	60.149 (.bc)	28.90	17.341 (.b)
<i>P (<0.05)</i>	<i>0.01</i>	<i>0.19</i>	<i>0.005</i>
<i>LSD</i>	<i>4.554</i>	<i>ns</i>	<i>2.434</i>

Uit de resultaten blijkt dat in 2010 een significant verschil in opbrengst tussen de bemestingsstrategieën kan worden aangetoond. De vers opbrengst per hectare was bij de bemeste objecten B, C en D significant hoger dan bij het niet bemeste object A. Object B bemest met rundveedrijfmest en rijenbemesting met kunstmest had een significant hogere versopbrengst dan object C bemest met compost en rijenbemesting met kunstmest. Object C was gezien het hogere droge stofgehalte verder afgerijpt. De verschillen in het percentage droge stof waren echter niet significant. Ook in droge stofopbrengst bleef het onbemeste object duidelijk achter bij de bemeste objecten. Tussen de bemeste objecten kon geen significant verschil worden aangetoond.

5.5 Conclusies 2010

- Gedurende het groeiseizoen zijn regelmatig gewasbeoordelingen uitgevoerd. Hierbij scoorde bij de fysiologische beoordeling het onbehandelde object lager dan de andere objecten. De gewaslengte was in het onbehandelde object ook lager dan het praktijkobject en het object met drijfmest en compost.
- Bij de grondbemonstering op stikstof zijn geen noemenswaardige verschillen geconstateerd.
- De verschillen in droge stof opbrengst tussen de behandelde objecten waren niet significant. Wel was de opbrengst van het onbehandelde object significant lager.
- Op basis van de resultaten uit 2010 kan geconcludeerd worden dat een bemesting met compost aangevuld met organische mest een vergelijkbare opbrengst geeft als een voor het gebied gangbare bemesting met organische mest aangevuld met rijenbemesting met kunstmest.

6 Resultaten 2011

6.1 Algemeen

Op 16 februari 2011 is gestart met het opnieuw uitzetten van het proefveld. De compost is handmatig gestrooid. Op 16 maart 2011 zijn de objecten B en D bemest met zeugendrijfmest. Hierbij werd bij object B 40 ton/ha aangewend en bij object D 30 ton/ha. De organische mest werd met een zelfrijdend voertuig voorzien van bouwlandinjecteur aangewend. Op het onbehandelde object A is alleen bemest met kali en is de fosfaat- en stikstofbemesting achterwege gelaten. De objecten B en C werden op 16 mei (4-6 bladstadium bieten) bijbemest met KAS. Deze bemesting werd uitgevoerd met een pneumatische kunstmeststrooier. In tabel 11 zijn de verschillende giften van stikstof, fosfaat en kali berekend per object op basis van de geanalyseerde monsters.

Tabel 11. **Berekening van de aanvoer van de nutriënten N, P₂O₅ en K₂O voor de verschillende objecten uitgevoerd in 2011 in het gewas suikerbieten.**

Object	Gehalte	Aanvoer kg/ha	Werking %	Berekend Werkzaam	Totaal kg/ha
A=Onbehandeld	500 kg/ha Patentkali				
N	0	0	0	0	0
P ₂ O ₅	0	0	0	0	0
K ₂ O	30	500	100	150	150
B=Praktijk	40 ton/ha zeugendrijfmest + 150 kg/ha KAS				
N	3.5 / 27	181	75 / 100	105 / 41	146
P ₂ O ₅	1.2	48	100	48	48
K ₂ O	3.2	128	100	128	128
C=Compost	25 ton/ha compost + 300 kg/ha KAS				
N	8.1 / 27	203 / 81	25 / 100	51 / 81	132
P ₂ O ₅	4.1	103	75	77	77
K ₂ O	5.8	145	100	145	145
D=Compost+Drijfmest	25 ton/ha compost + 30 ton/ha zeugendrijfmest				
N	8.1 / 3.5	203 / 105	25 / 75	51 / 79	130
P ₂ O ₅	4.1 / 1.2	103 / 36	75 / 100	77 / 36	113
K ₂ O	5.8 / 3.2	145 / 96	100 / 100	145 / 96	241

Op 23 maart 2011 is de hoofdgrondbewerking uitgevoerd met een wentelploeg en een vorenpakker. Op 24 maart 2011 werden de bieten van het ras Solano gezaaid op een onderlinge afstand van 18 cm in de rij. Gewasverzorging is uitgevoerd volgens gangbare praktijk. In tabel 12 zijn de algemene proefveldgegevens opgenomen.

Tabel 12. **Algemene proefveldgegevens 2011.**

Ras	Solano (18 cm in de rij)
Bemesting	16 februari: 25 ton/ha compost object C en D. 16 maart: 40 ton/ha zeugendrijfmest object B en 30 ton/ha zeugendrijfmest object D. 17 maart : 500 kg/ha patentkali object A 16 mei: 150 kg/ha KAS object B en 300 kg/ha KAS object C
Ploegen met vorenpakker	23 maart
Zaaidatum	24 maart
Beregening (mm)	25 mei, 4 juni en 6 juli (30 mm)
Oogstdatum	21 oktober

6.2 Waarnemingen en opbrengsten

Gedurende het groeiseizoen is regelmatig een gewasbeoordeling uitgevoerd. Op 11 mei 2011 zijn van alle plots van twee rijen over een lengte van 15.5 m² het aantal planten geteld. In tabel 13 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 13. Gemiddeld aantal planten per ha voor de verschillende objecten. Waarneming uitgevoerd op 11 mei 2011 (ns=niet significant).

Object	Gemiddeld aantal planten per ha
A	103.548
B	102.419
C	101.290
D	102.419
<i>P (0.05)</i>	<i>0.79 (ns)</i>
<i>LSD</i>	<i>4991</i>

Tussen de objecten kon geen duidelijk verschil worden waargenomen in het aantal planten per ha.

Gedurende het groeiseizoen is op verschillende tijdstippen de stand van het gewas beoordeeld aan de hand van een rapportcijfer lopende van 1 = zeer slechte stand tot 9=zeer goede stand. In tabel 14 zijn de resultaten van deze waarnemingen weergegeven.

Tabel 14. Gemiddelde standcijfer van de suikerbieten op 11 mei, 6 juli, 9 september en 13 oktober 2011 (1=zeer slechte stand; 9=zeer goede stand).

Object	Gemiddeld standcijfer (1=zeer slechte stand ; 9=zeer goede stand)			
	11 mei 2011	6 juli 2011	9 september 2011	13 oktober 2011
A	6.8 (a..)	3.8 (a..)	3.5 (a..)	3.3 (a.)
B	8.6 (..c)	8.9 (..c)	8.5 (..c)	7.2 (.b)
C	7.9 (.b.)	7.6 (.b.)	7.4 (.b.)	7.2 (.b)
D	9.0 (..c)	8.1 (.bc)	8.0 (.bc)	7.1 (.b)
<i>P (0.05)</i>	<i>< 0.01</i>	<i>< 0.01</i>	<i>< 0.01</i>	<i>< 0.01</i>
<i>LSD</i>	<i>0.48</i>	<i>0.80</i>	<i>0.68</i>	<i>0.57</i>

Op alle waarnemingstijdstippen was de gewasstand van de suikerbieten bij het onbemeste object A duidelijk slechter dan bij de bemeste objecten. De suikerbieten hadden zeer weinig bladmassa en hebben het gehele seizoen geen volledige bodembedekking gehad. Hierdoor kreeg onkruid het hele seizoen de kans om te ontwikkelen. Object B bemest met organische mest aangevuld met kunstmest en object D bemest met compost en organische mest hadden het hele seizoen een vergelijkbare stand. Object C bleef iets achter in stand. Het gewas had een iets lichtere bladkleur en minder bladmassa. Op 11 mei is het verschil in stand van object C significant iets minder dan object B en D. Bij de waarneming uitgevoerd op 13 oktober lijken alle bemeste objecten sterk te zijn afgerijpt. In bijlage I zijn een aantal afbeeldingen van de objecten gedurende het groeiseizoen weergegeven.

Tijdens de waarnemingen op 9 september en 13 oktober is het gewas ook beoordeeld op aantasting door bladschimmels (cercospora, meeldauw ramularia en roest). Tussen de objecten kon geen duidelijk verschil in aantasting door ziekten worden waargenomen.

6.3 Resultaten bodemanalyse

Op verschillende tijdstippen voor, in en na het groeiseizoen zijn bodemanalyses uitgevoerd naar stikstofgehalte in de bodem in de laag 0 – 60 centimeter. Van de herhalingen is een mengmonster gemaakt. In tabel 14 zijn de resultaten van deze metingen weergegeven.

Tabel 15. **Resultaten bemonstering stikstof in de bodemlaag 0-60 cm tijdens de uitvoering van het onderzoek in 2011.**

Object	15 februari 2011			16 juni 2011			29 augustus 2011			21 oktober 2011		
	NO ₃ ⁻ N	NH ₄ ⁻ N	N kg/ha	NO ₃ ⁻ N	NH ₄ ⁻ N	N kg/ha	NO ₃ ⁻ N	NH ₄ ⁻ N	N kg/ha	NO ₃ ⁻ N	NH ₄ ⁻ N	N kg/ha
A	1.9	< 0.5	23	1.7	< 0.5	20	< 0.6	< 0.5	< 7.2	1.1	< 0.5	13
B	2.3	< 0.5	28	5.3	< 0.5	67	< 0.6	< 0.5	< 7.2	0.7	0.6	15.6
C	2.2	< 0.5	26	2.3	< 0.5	35	< 0.6	< 0.5	< 7.2	0.6	0.5	13
D	2.3	< 0.5	28	2.1	< 0.5	25	< 0.6	< 0.5	< 7.2	0.8	< 0.5	9.6

De meting in februari is uitgevoerd voor het uitvoeren van de bemesting. Uit de resultaten blijkt, dat de stikstofvoorraad in de bodem bij alle objecten nagenoeg gelijk is. In juni is de hoeveelheid stikstof in de bodem bij object B duidelijk hoger in vergelijking tot de andere objecten. Met name bij object D is de voorraad in juni niet hoog. In augustus werd bij alle objecten een zeer lage voorraad gemeten. Na de oogst van de suikerbieten werd bij object D de laagste voorraad gemeten en bij object B de hoogste. De voorraad bij object A en C was gelijk.

6.4 Resultaten opbrengst

Op 19 oktober 2011 is de proef geoogst. De suikerbieten werden met een zelfrijdende bietenrooier geoogst en op zwad gelegd. In een tweede werkgang zijn de bieten met een proefveldlader voorzien van weegunit geladen en is van ieder plot een wortelmonster genomen. Van deze bietenmonsters is door het IRS de interne kwaliteit bepaald. In tabel 16 zijn de resultaten van de oogst weergegeven.

Tabel 16. **Gemiddelde opbrengst en kwaliteit van de suikerbieten voor de verschillende objecten in 2011 (oogstdatum: 19 oktober 2011).**

Object	Wortelgewicht (ton/ha)	suiker percentage (%)	Suikergewicht (ton/ha)	Grondtarra (%)	Koptarra (%)	Kalium (mmol/kg)	Natrium (mmol/kg)	K+Na (mmol/kg)	α-N (mmol/kg)	Winbaarheid	Financiële opbrengst (€/ha)
A	66.8 (a.)	17.8	11.9 (a.)	0.9 (a.)	3.6 (a.)	34.3 (.c)	2.3	36.6 (.c)	4.6 (a.)	92.6	2920.2 (a.)
B	98.6 (.b)	18.0	17.7 (.b)	1.2 (ab)	5.3 (.b)	29.9 (a.)	2.2	32.1 (a.)	7.6 (.c)	92.7	4362.3 (.b)
C	96.6 (.b)	17.7	17.1 (.b)	1.4 (.b)	4.9 (.b)	29.9 (a.)	2.4	32.4 (a.)	6.0 (.b)	92.8	4183.1 (.b)
D	98.7 (.b)	17.7	17.4 (.b)	0.8 (a.)	4.4 (ab)	31.8 (.b.)	2.5	34.3 (.b.)	6.1 (.b.)	92.6	4275.0 (.b)
<i>P (0.05)</i>	<i>0.0</i>	<i>0.2</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.1</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.1</i>	<i>0.0</i>
<i>LSD 5%</i>	<i>6.4</i>	<i>0.4</i>	<i>1.3</i>	<i>0.5</i>	<i>1.3</i>	<i>0.7</i>	<i>0.3</i>	<i>0.8</i>	<i>0.7</i>	<i>0.2</i>	<i>318.2</i>

Het bemeste object A gaf een significant lagere wortel- en suikeropbrengst per hectare in vergelijking tot de bemeste objecten B, C en D. Alhoewel object B bemest met organische mest aangevuld met kunstmest de hoogste wortel- en suikeropbrengst per hectare gaf, was het verschil met de andere bemeste objecten C en D niet significant.

Er bestond dan ook geen betrouwbaar verschil in financiële opbrengst tussen de bemeste objecten.

Object B had wel een betrouwbaar hoger gehalte aan α -N, maar dit heeft geen negatief effect gehad op de interne kwaliteit van de bieten (winbaarheid).

6.5 Conclusies 2011

- Gedurende het groeiseizoen zijn diverse gewaswaarnemingen uitgevoerd. Uit deze waarnemingen blijkt dat tussen de objecten geen verschil bestond in plantaantal. Wel bleef het onbemeste object duidelijk achter in gewasstand. Tussen het object bemest met organische mest aangevuld met kunstmest en het object bemest met compost en organische mest kon geen duidelijk verschil in gewasstand worden waargenomen. Met name aan het begin van het groeiseizoen bleef het object bemest met compost aangevuld met kunstmest iets achter in gewaskleur en ontwikkeling tenopzichte van de andere twee bemeste objecten.
- In de winter van 2011 bestond er tussen de objecten geen duidelijk verschil in stikstofvoorraad. In juni was de voorraad aan stikstof in de bodem (0-60 cm) duidelijk hoger bij het object bemest met organische mest aangevuld met kunstmest. De stikstofvoorraad bij het object bemest met compost en organische mest was laag en verschilde weinig van het niet bemeste object.
- Bemesting met compost aangevuld met organische mest of bemesting met compost aangevuld met kunstmest geeft in 2011 een vergelijkbare wortel- en suikeropbrengst dan bemesting met organische mest aangevuld met kunstmest.
- Het proefveld werd in de droge periode in de maanden mei-juli 3 keer beregend met een watergift van 30 mm. Een mogelijk positief effect van het toevoegen van organische stof op de vochtvasthoudend vermogen van grond kon daarom niet worden waargenomen.

Bijlage I. Afbeeldingen teelt van suikerbieten in 2011.



Afbeelding 1. **Stand van de bieten bij object A (niet bemest) op 11 mei 2011.**



Afbeelding 2. **Stand van de bieten bij object B (zeugendrijfmest + KAS) op 11 mei 2011.**



Afbeelding 3. **Stand van de bieten bij object C (compost + KAS) op 11 mei 2011.**



Afbeelding 4. **Stand van de bieten bij object D (compost + zeugendrijfmest) op 11 mei 2011.**



Afbeelding 5. **Stand van het proefveld op 22 juli 2011. De onbemeste objecten A zijn duidelijk zichtbaar.**



Afbeelding 6. **De suikerbieten op de onbemeste plots hebben op 22 juli 2011 de grond niet dicht.**



Afbeelding 7. **Stand van het proefveld op 17 oktober 2011. De niet bemeste plots hebben nog steeds geen volledige bodembedekking waardoor onkruid de kans heeft om tot ontwikkeling te komen.**



Afbeelding 8. **Op 17 oktober 2011 zijn alle objecten sterk afgerijpt. Enkele dagen later op 19 oktober is de proef geoogst.**