

## **Hulpmeststoffen**

*Beschikbaarheid en  
opname van stikstof  
in de biologische teelt  
van zomertarwe*

*Willemijn Cuijpers  
Monique Hospers-Brands*

© [2008] Louis Bolk Instituut

Hulpmeststoffen, Beschikbaarheid en opname van stikstof  
in de biologische teelt van zomertarwe, Cuijpers, Willemijn  
en Monique Hospers-Brands, 33 pagina's. Deze publicatie  
is te downloaden via de website van het Louis Bolk

Instituut: [www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

## Voorwoord

Graag willen we een aantal personen en organisaties bedanken voor hun bijdrage aan het onderzoek. Allereerst hartelijk dank aan Douwe Monsma, die de tarwe geteeld heeft en het proefperceel heeft verzorgd. Daarnaast dank aan Jaap van Deelen en Antoine Damen voor het leveren van de biologische kippenmesten die in de proef gebruikt zijn. Chris Bomers en Johan Kloosterman hebben respectievelijk digestaat uit co-vergisting en maïsdigestaat aangeboden om in de proef te gebruiken. Joost van Strien vormde samen met Douwe Monsma de sector-vertegenwoordigers die het project begeleid hebben vanuit de Thema Werkgroep Bodemvruchtbaarheid. Vanwege de omvang van de proef is er een groot aantal bodemanalyses uitgevoerd, met dank aan de lab-ondersteuning door Riekje Bruinenberg. In het veld zijn vele handen nodig geweest om de bemesting en bemonsteringen tot een goed einde te brengen, maar speciaal dank aan de ondersteuning door Reinder de Boer en Luc Steinbuch. Tenslotte had het onderzoek niet kunnen plaatsvinden zonder de financiering door het Hoofd Productschap Akkerbouw.

Willemijn Cuijpers en Monique Hospers-Brands



# Inhoud

Samenvatting	7
Summary	9
1 Inleiding	10
1.1 Achtergrond	10
1.2 Fasering	10
1.3 Doelstelling	10
2 Onderzoeksopzet	11
2.1 Hulpmeststoffen	11
2.2 Proefopzet	12
2.3 Analysemethoden bakkwaliteit	12
2.4 Analysemethoden stikstofdynamiek	13
2.5 Statistische analyse	14
2.6 Terugkoppeling naar de praktijk	14
3 Resultaten	15
3.1 Hulpmeststoffen	15
3.2 De opbrengst	16
3.3 Kwaliteit tarwe	18
3.4 Stikstofmonitoring	22
3.5 Terugkoppeling naar de praktijk	27
4 Conclusies en discussie	29
Literatuur	31
Bijlage 1: Weersgegevens 2007	33



## Samenvatting

In 2007 heeft het Louis Bolk Instituut onderzoek gedaan naar de eigenschappen van 12 hulpmeststoffen die gebruikt kunnen worden in de biologische landbouw: verenmeel, vinasse (restproduct uit de verwerking van suikerbieten), protamylasse (restproduct uit de winning van aardappelzetmeel), Maltaflor (restproduct op basis van moutkiemen van gerst en vinasse), ricinusschroot (restproduct uit de winning van wonderolie uit de plant *Ricinus communis*), luzernebrok, koolzaadschroot, Condit (restproduct op basis van melkwei op een drager van zaagsel en tarwestro, met toevoeging van zeoliet), twee kippenmesten, een digestaat op basis van co-vergisting van rundveemest met energiemaïs en kuilgras, en een digestaat op basis van puur energiemaïs. De meststoffen zijn toegepast in een bemestingsexperiment in zomertarwe (Lavett) op zeelei met een organische stofgehalte van 4,6%. De tarwe is bemest met een najaarsgift van 10 ton vaste rundmest. De hulpmeststoffen zijn vlak na uitstoeling van de tarwe toegediend, met een gift van gemiddeld 138 kg N/ha. De proef is aangelegd in een compleet gerandomiseerde blokkenproef met 4 herhalingen, na het inzaaien van de tarwe. Elk veld is daarna in tweeën gesplitst, waarbij de helft van het veld met tarwe begroeid was, en de andere helft door branden en schoffelen braak werd gehouden. De weersomstandigheden zijn dit jaar erg extreem geweest, met een zeer droge (12 weken) en warme periode vroeg in het voorjaar. Dit heeft gezorgd voor een slechte kieming en uitstoeling van de tarwe. Daarnaast was de onkruiddruk met het wortelonkruid Akkermelkdistel in het proefveld zeer hoog. De opbrengsten waren laag; variërend van 1,4 ton/ha (koolzaadschroot) tot 3,9 ton/ha (controle zonder hulpmeststoffen). De hoogste opbrengsten in de velden zonder hulpmeststoffen werden ook gevonden in een onafhankelijk experiment met zomertarwe op hetzelfde bedrijf. De veel hogere onkruiddruk in de bemeste percelen kan een mogelijke verklaring geven voor de verschillen in opbrengst.

Er zijn significante verschillen gevonden in kwaliteit van de tarwe tussen de verschillende meststoffen, maar door de extreme weersomstandigheden, kunnen hier geen harde conclusies uit getrokken worden. De eiwitgehalten van de tarwe liepen uiteen van 10,4% (controle) tot 14,0% (luzernebrok). Zeleny-sedimentatiewaarden liepen uiteen van 39 (digestaat uit co-vergisting) tot 53 ml (luzernebrok). De valgetallen van de tarwe waren allemaal hoog, tussen 343 (digestaat uit co-vergisting) en 400 (verenmeel). De hectoliter gewichten waren laag, variërend van 69 (vinasse) tot 76 (zowel in de controle als in de behandeling met Condit). Besmettingsniveaus met *Fusarium* liepen uiteen van 9% (controle) tot 18% (vinasse).

Het gehalte aan nitraat in de bodem is op 4 momenten tijdens de teelt bepaald, zowel in de met tarwe begroeide als in de braak percelen. In de met tarwe begroeide veldjes werden de stikstofgehalten, ondanks de hoge giften, bij de laatste twee metingen zo laag, dat er geen significante verschillen tussen de behandelingen waren. In de braak percelen traden wel significante verschillen in nitraat gehalten op tussen de verschillende meststoffen. Hieruit valt af te leiden dat met name uit vinasse, protamylasse en condit, veel stikstof snel beschikbaar komt. Deze worden gevolgd door verenmeel, ricinusschroot en digestaat uit co-vergisting. Voor een meer gestage stikstoflevering door het seizoen lijken met name luzernebrok, koolzaad en Maltaflor geschikt. Daarbij kan de stikstoflevering wellicht versneld worden door inwerken van de korrels, waardoor deze sneller uit elkaar vallen. De kippenmesten en digestaten bevatten net zoals vinasse veel N-mineraal in het product, maar hier kan mogelijk ook veel verloren gaan naar de atmosfeer. Na 6 weken hadden de kippenmesten, digestaten en condit juist de laagste gehalten aan beschikbaar stikstof in de bodem. Bij protamylasse, digestaat uit co-vergisting, condit en verse kippenmest was na 6 weken bovendien een aanzienlijke hoeveelheid stikstof verdwenen ten opzichte van de controle behandeling.





## Summary

The characteristics of 12 additional fertilizers that are applied in organic agriculture, were investigated in a field experiment in 2007 by Louis Bolk Institute: feathermeal, beet vinasse (byproduct of the sugar industry), protamylasse (a residual compound of industrial starch production), Maltaflor pellets (a residual compound based on malt germs from malting barley and vinasse), Ricinus pellets (a residual compound from the extraction of castor oil from the beans of *Ricinus communis*), Alfalfa or Lucerne pellets (*Medicago sativa*), Rapeseed pellets (*Brassica napus*), Condit pellets (a residual product based on milk whey on a carrier of sawdust and straw, with added zeolite), two types of organic chicken manure (fresh and old), two types of digestate from biogas plants with either co-fermented manure, maize and grass silage, or only maize. Control plots received no additional fertilizer.

The fertilizers were applied in a field experiment with spring wheat (Lavett) on a sea clay soil with an organic matter content of 4,6%. In autumn, 10 tonnes of cattle manure were applied. Additional fertilizers were applied at the time of tillering, with an average gift of 138 kg N/ha. The experiment was primarily designed as a complete randomized block design with 4 replicates. After sowing, each field has been split in two. Half of the plots were grown with wheat, the others were kept fallow by burning and weeding.

Extreme climate conditions in 2007 have had a major impact on the experimental results, with a very dry and warm period during 12 weeks in spring. This caused a poor germination and tillering of wheat, and coincided with a high pressure of the Perennial Sow-thistle (*Sonchus arvensis* L.) in the plots. Yields were very low, ranging from 1.4 tonnes/ha (Rapeseed pellets) to 3.9 tonnes/ha (unamended control). The highest yields in the unamended plots were also found in an independent experiment with spring wheat on the same farm. Application of different fertilizers resulted in significant differences in various quality parameters. However, due to extreme circumstances, no hard conclusions can be drawn. Protein contents of wheat varied from 10.4% (unamended control) to 14.0% (Alfalfa pellets). Zeleny sedimentation values ranged from 39 (digestate from co-fermentation) to 53 ml (Alfalfa pellets). Falling numbers of all plots were very high, ranging between 343 (digestate from co-fermentation) to 400 (feathermeal). Hectoliter weights were low, ranging from 69 (vinasse) to 76 (unamended control, as well as Condit pellets). Fusarium contamination varied between 9% (unamended control) and 18% (vinasse).

Nitrate contents of the soil have been determined at 4 times during the growing season, in both cropped and fallow plots. In wheat plots, nitrate contents of the soil became very low during the last 2 measurements, despite of high fertilizer gifts, and no significant differences between treatments were measured. In fallow plots, significant differences between treatments were measured during the entire growing season. From this it might be concluded that vinasse, protamylasse and probably Condit, are fast nitrogen releasing fertilizers. These were followed by feathermeal, Ricinus pellets and digestate from co-fermentation. For a more steady release of nitrogen throughout the growing season, Alfalfa pellets, Rapeseed pellets and Maltaflor pellets may be more adequate. Nitrogen release may be fastened by incorporation of pellets in the soil, as this may stimulate decomposition of the pellets. Chicken manures and digestates contain a large amount of mineral N in the product, which may cause unwanted losses of nitrogen to the atmosphere. After 6 weeks, chicken manures, digestates and Condit had the lowest amounts of available nitrogen in the soil. In treatments with protamylasse, digestate from co-fermentation, Condit and fresh chicken manure, after 6 weeks a considerable amount of nitrogen was lost compared to the control treatment.

# 1 *Inleiding*

## 1.1 *Achtergrond*

In 2007 heeft het Louis Bolk Instituut onderzoek gedaan naar de eigenschappen van een twaalfstal hulpmeststoffen die gebruikt kunnen worden in de biologische landbouw. Enerzijds is er in de biologische akkerbouw behoefte aan organische hulpmeststoffen die in het voorjaar de benodigde stikstof snel en precies bij de plant kunnen brengen. Anderzijds is er vanuit de sector een groeiende kritiek op het gebruik van een aantal van deze hulpmeststoffen. Met name hulpmeststoffen afkomstig uit de gangbare intensieve veehouderij (verenmeel, bloedmeel) staan onder vuur. Maar ook veelgebruikte meststoffen zoals vinasse zijn aan kritiek onderhevig; het zijn restproducten afkomstig uit de gangbare sector, welke vaak de nodige chemische bewerkingsstappen hebben ondergaan. Anderzijds liggen er potenties bij meststoffen die uit de biologische sector zelf komen, zoals biologische kippenmesten, in het streven naar gebruik van 100% biologische mest. Hier kleven echter andere bezwaren aan die niet eenvoudig te verhelpen zijn: met name de slechte stikstof-fosfaat verhouding. En tenslotte komen er met nieuwe technologische ontwikkelingen, ook nieuwe meststoffen de sector binnen, zoals digestaat als restproduct van biovergisting. Binnen de sector is enerzijds behoefte aan praktische informatie over de inzet van meststoffen, zoals de snelheid waarmee de stikstof uit de meststoffen vrijkomt. Anderzijds is ook behoefte aan een afweging van de ecologische principes die we als uitgangspunt willen nemen voor de keuze van meststoffen in de biologische landbouw.

## 1.2 *Fasering*

het onderzoek is opgezet in twee fases (2007-2008). in het eerste jaar zal de werkzaamheid van een twaalfstal hulpmeststoffen worden onderzocht. In het tweede jaar wordt uit deze hulpmeststoffen een selectie gemaakt van de meest veelbelovende hulpmeststoffen. Hieraan wordt vervolgens onderzocht hoe hun gebruik zodanig geoptimaliseerd kan worden, dat de grootte van de stikstofgift en timing tot een optimale kwaliteit van het gewas leidt. In de tweede fase zal tevens een brochure gemaakt worden met daarin de belangrijkste conclusies uit het onderzoek, en een discussie rondom de ecologische principes die ten grondslag liggen aan de hulpmeststoffenkeuze.

## 1.3 *Doelstelling*

De doelstelling van het onderzoek in het eerste jaar is een zo goed mogelijke karakterisering van de meststoffen, wat betreft nutriënteninhoud en het vrijkomen van minerale stikstof in de bodem, door middel van een veldexperiment. Het experiment wordt uitgevoerd in zomertarwe, omdat dit gewas zich goed leent voor bepaling van kwaliteitsparameters gerelateerd aan bemesting. Om de meststoffen te karakteriseren, worden de stikstofgehalten in de bodem gedurende het groeiseizoen gevolgd, en worden aan het einde van het experiment de meststoffen gekarakteriseerd door modellering van de stikstofstromen met NDICEA. Ten behoeve van de modellering worden ook de stikstofgehalten in de korrel en het stro bepaald. Hoewel de expliciete sturing van de bakkwaliteit in de tweede fase van het onderzoek aan bod komt, zullen ook in het eerste jaar een aantal kwaliteitsparameters van de tarwe gemeten worden.

## 2 Onderzoeksopzet

### 2.1 Hulpmeststoffen

Voor het experiment zijn 12 verschillende hulpmeststoffen geselecteerd. Als referentie is gekozen voor een tweetal veelgebruikte hulpmeststoffen: een korrelmeststof (verenmeel), en een vloeibare meststof (vinasse). Vervolgens zijn een aantal potentieel interessante hulpmeststoffen gekozen, die door hun puur plantaardige karakter of door hun herkomst (verwerking van reststromen uit de agrarische industrie) interessant zijn als hulpmeststof. Hiertoe behoren protamylasse, ricinusschroot, koolzaadschroot, Monterra malt en Condit. Luzernebrok is een puur plantaardige meststof, die echter niet als 'reststroom' aangemerkt kan worden, maar specifiek voor dit doel geteeld moet worden. In de proef zijn ook twee kippenmesten meegenomen, beide van biologische leghennen, maar waarbij twee verschillende afvoermethodes op het bedrijf leiden tot verschillen in N:P verhouding. Tenslotte zijn twee digestaten meegenomen in de proef. Dit zijn restproducten van biovergistingsinstallaties, die nog relatief weinig in de sector gebruikt worden. In onderstaande tabel staat een overzicht van de uitgangproducten die gebruikt zijn voor de verschillende meststoffen. De verschillende meststoffen zijn oppervlakkig opgebracht en niet ondergewerkt.

*Tabel 2-1: Uitgangproducten die gebruikt worden voor de productie van de verschillende hulpmeststoffen*

Hulpmeststof	Vorm	Uitgangproducten
Vinasse	vloeibaar	restproduct van de vergisting van bietmelasse en tarwe hydrolysaat, bij de productie van alcohol
Protamylasse	vloeibaar	oplosbare resteiwitten (peptiden en vrije aminozuren), zouten en mineralen, als restproduct van de aardappelzetmeelbereiding
Verenmeel	korrel	restproduct van kippenslachterijen uit intensieve houderijsystemen
Digestaat uit co-vergisting	vloeibaar	vloeibaar restproduct van de vergisting van energiemaïs, kuilgras en rundveemest
Maïsdigestaat	vloeibaar	vloeibaar restproduct van de vergisting van energiemaïs (gangbare teelt)
Luzernebrok	korrel	(gangbare of beperkt leverbaar biologische) luzerne, gehele plant
Ricinusschroot	fijne korrel	uitgeperste oliehoudende zaden van <i>Ricinis communis</i> (wonderboom of castorolieplant) (gangbare teelt)
Koolzaadschroot	korrel	uitgeperste oliehoudende zaden van koolzaad (gangbare teelt)
Monterra Malt	korrel	moutkiemen van gerst (gangbare teelt) met toevoeging van vinasse
Condit	korrel	gehydrolyseerde melkwei, op een drager van tarwestro en zaagsel van loofhout, met toevoeging van zeoliet
Kippenmest vers	vast	leghennen (biologisch), dagelijkse afvoer mest vanaf band
Kippenmest bewaard	vast	leghennen (biologisch), jaarlijkse afvoer mest, bewaring buiten op hoop

## 2.2 Proefopzet

Het bemestingsexperiment is in aangelegd in zomertarwe (ras: Lavett), omdat in dit gewas afhankelijk van de bemesting vaak duidelijk zichtbare kwaliteitsverschillen te zien zijn. De proef is uitgevoerd op een biologisch akkerbouwbedrijf in Zeewolde (Flevoland), op matig zware zeeklei met een organische stofgehalte van 4,6% in de bovengrond. Op alle velden is een najaarsbemesting gegeven van 10 ton vaste rundermest. De voorvrucht was stamslaboon, met een opbrengst van 10 ton/ha. De 12 varianten qua hulp meststoffen en het controle veld zonder hulp meststoffen zijn in 4 herhalingen neergelegd volgens een compleet gerandomiseerde blokkenproef. Elk veld is vervolgens in tweeën gedeeld, waarbij de helft van de velden begroeid was met tarwe, en de andere helft door middel van branden en schoffelen kaal werd gehouden. In totaal zijn dus 26 behandelingen (13 begroeid en 13 onbegroeid) in viervoud aangelegd. Hoewel in zomertarwe, met het oog op eiwitgehalte, in het algemeen wordt gekozen voor twee bijmestmomenten: één na de uitstoeling en de ander op het moment van de bloei, is in de proef gekozen voor slechts één bijmestmoment, na uitstoeling van de tarwe. Dit omdat de modellering van stikstof in de bodem met twee bijmestmomenten onnodig complex zou worden. De tarwe is gezaaid op 29 maart (week 13). Met het oog op de opbrengstverwachting van 7 ton/ha en het verwachte stikstofleverend vermogen van de organische stof (de 'oude kracht'), is gekozen voor een bemesting op basis van 140 kg N-totaal (N-organisch en N-mineraal samen) per ha. Dit om de verschillen van de meststoffen ten opzichte van elkaar, en ten opzichte van de onbemeste velden, voldoende groot te maken. De hoeveelheid toegediende meststoffen per veldje is berekend op basis van nutriëntengehalten volgens opgave van de producenten, of in geval van de kippenmesten en digestaten op basis van eerdere analyses. De tarwe is geoogst op 6 augustus (week 32).

## 2.3 Analysemethoden bakkwaliteit

Graanmonsters van alle veldjes zijn door Krijger en Molenaars in Renesse geanalyseerd op eiwitgehalte, Zeleny-sedimentatiewaarde (eiwitkwaliteit), valgetal (alpha-amylase activiteit) en korrelhardheid. Afnemers gebruiken deze waarden om een inschatting te maken van de bakkwaliteit van het graan. Daarnaast is door het NAK in een blottertest de mate van Fusariumbesmetting bepaald.

**Eiwitgehalte** In het algemeen wordt aangenomen dat een hoger eiwitgehalte van het graan leidt tot een betere bakkwaliteit. Sinds 2005 worden er hogere eisen gesteld aan het eiwitgehalte van biologische baktarwe. De ondergrens voor baktarwe is door marktleider Agrifirm verhoogd van 9% naar 10,5% eiwit; beneden deze grens geldt de prijs voor voertarwe (Osman et al., 2007). Het eiwitgehalte en het vochtgehalte van het graan zijn bepaald met de Foss analyser infratec 1241.

**Zeleny-sedimentatiewaarde** De Zeleny-sedimentatiewaarde wordt gezien als een maatstaf voor de kwaliteit en de kwantiteit van de in de tarwe aanwezige glutenvormende eiwitten. De verschillende soorten eiwitten kunnen van elkaar gescheiden worden met verschillende oplosmiddelen. In de Zeleny-sedimentatietest wordt de grootte van de fractie eiwitten gemeten, die neerslaat in een oplossing van melkzuur. Het volume van het sediment is de sedimentatie-waarde. Deze fractie bevat relatief veel eiwitten die een positief effect hebben op de bakkwaliteit. Tarwe met een zeer goede bakkwaliteit heeft een sedimentatiewaarde tussen 50 en 70. Tarwe met een slechte bakkwaliteit heeft een sedimentatiewaarde beneden de 20. Bij een waarde tussen de 30 en 40 is sprake van tarwe

met een redelijke bakkwaliteit. In tarweclassificaties wordt ook de verhouding Zeleny/eiwit gebruikt. Voor het ras Lavett is eerder een lineair verband gevonden tussen eiwitgehalte en Zeleny-sedimentatiewaarde (Osman et al, 2007).

**Valgetal** Het valgetal van een tarwemonster wordt bepaald volgens de Hagberg-methode en is een maatstaf voor de activiteit van het enzym  $\alpha$ -amylase. Daarbij zijn de valgetal waarden omgekeerd evenredig met de  $\alpha$ -amylase activiteit: hoe hoger de activiteit, hoe lager het valgetal. Bij ontkieming (schot) neemt de enzymactiviteit toe, wat een kleverig, onverwerkbaar deeg tot gevolg heeft. Dit geeft klef brood met gaten onder de korst. De enzymactiviteit kan ook te laag zijn (hoog valgetal), waardoor er onvoldoende suikers gevormd worden. Een te lage enzymactiviteit kan gecorrigeerd worden door het toevoegen van bijvoorbeeld mout. Een te laag valgetal kan echter niet gecorrigeerd worden. Daarom vraagt de maalindustrie naar tarwe met een valgetal van minimaal 250.

**Hectolitergewicht** Het hectolitergewicht wordt bepaald door de dichtheid van het graan, en is een maat voor het bloemrendement. Een grotere en dikkere graankorrel geeft in het algemeen een hoger hectolitergewicht, doordat er meer endosperm aanwezig is. Het endosperm wordt bij vermaling omgezet in fijne bloem. Bij een laag hectolitergewicht levert de tarwekorrel maar weinig bloem. Een hectolitergewicht boven de 77 is gewenst.

**Blottertest** De blottertest is uitgevoerd door de stichting Nederlandse Algemene Keuringsdienst voor zaaizaad en pootgoed van landbouwgewassen (NAK) in Emmeloord. Het NAK heeft als norm voor fusariumbesmetting in tarwezaad een totaal infectie-percentages van minder dan 10 procent. Bij infectie-percentages tussen 10 en 25 procent moet gangbaar tarwe-zaaizaad verplicht ontsmet worden met een fungicide (Groot, 2003). Biologisch tarwezaaizaad wordt niet ontsmet, waardoor zwaar besmette partijen niet verhandelbaar zijn. In de blottertest wordt het percentage wortelrot bepaald na kieming van het zaad, waarbij verschillende niveaus van infectie worden onderscheiden. De blottertest is een maat voor besmetting met *Fusarium* schimmels, waaronder *Fusarium culmorum*, *Fusarium avenaceum* en *Fusarium graminearum*.

## 2.4 Analysemethoden stikstofdynamiek

Grondmonsters zijn genomen uit de laag 0-30 cm. Tijdens het groeiseizoen zijn op 4 momenten grondmonsters genomen voor nitraat analyse. Op 29 maart (week 13) is de tarwe gezaaid, waarna een lange droge periode volgde. Op 5 april (week 14) zijn de eerste nitraat monsters genomen van alle 104 velden. Later in het groeiseizoen zijn nog op 3 momenten grondmonsters genomen voor N-min analyse: op 31 mei (week 22, twee weken na de bemesting), 29 juni (week 26) en 24 juli (week 30). De monsters zijn gedroogd en gemalen, en vervolgens door middel van  $\text{CaCl}_2$  (0.01 M) extractie geanalyseerd op het nitraat gehalte. De stikstofinhoud van de tarwe is teruggerekend uit het eiwitgehalte (factor 5.7). De stro-opbrengst is direct bij de oogst bepaald. Vervolgens is het stro gedroogd op de droogvloer bij 23 °C en opgestuurd naar BLGG voor analyse van het N-totaal gehalte. Voor de modellering van het stikstofgehalte is uitgegaan van basis bodemgegevens van het perceel (organische stofgehalte, lutum). De weersgegevens (neerslag, temperatuur en evapotranspiratie) zijn opgevraagd bij DACOM voor het dichtst bij Zeewolde gelegen weerstation.

## 2.5 *Statistische analyse*

De statistische analyse van de gegevens is uitgevoerd met het programma GenStat Release 9.1 (Lawes Agricultural Trust, Rothamsted Experimental Station). De analyse van opbrengstcijfers, kwaliteitsparameters en nitraat cijfers is uitgevoerd door middel van een variantie-analyse (ANOVA). Wat betreft nitraat zijn de verschillende bemonsteringstijdstippen (niet onafhankelijke waarden) als afzonderlijke data-sets geanalyseerd, en zijn de braak- en begroeide veldjes als afzonderlijke proeven met ANOVA geanalyseerd. Voor de relatie tussen eiwitgehalte en Zeleny-sedimentatiewaarde is een regressie-analyse gebruikt.

## 2.6 *Terugkoppeling naar de praktijk*

Tijdens het groeiseizoen is er een excursie voor biologische akkerbouwers georganiseerd naar het proefveld. Daarnaast is tijdens een aantal bijeenkomsten de Werkgroep Bodemvruchtbaarheid met haar sectorvertegenwoordigers Douwe Monsma en Joost van Strien op de hoogte gesteld van de ontwikkelingen binnen de proef. In het tweede jaar zal er een brochure worden samengesteld met de belangrijkste informatie over hulp meststoffen.

## 3 Resultaten

### 3.1 Hulpmeststoffen

Alle meststoffen zijn door het laboratorium Altic in Dronen geanalyseerd op nutriëntensamenstelling (Tabel 3-1). Gemiddeld zijn de met tarwe begroeide velden bemest met 138 kg N/ha, de exacte hoeveelheden toegediende stikstof staan in

Tabel 3-2. In enkele gevallen wijkt de bemesting met stikstof meer dan 10% af van de beoogde hoeveelheid. In het geval van Condit verschilde de opgave van de producent substantieel van de analyseresultaten, waardoor deze behandeling maar 44 kg N/ha heeft ontvangen. In de luzerne zat meer stikstof in de snede dan verwacht (200 kg N/ha), hetzelfde geldt voor koolzaad (173 kg N/ha). In het geval van digestaat uit co-vergisting was er te weinig materiaal om het geplande bemestingsniveau te halen (108 kg N/ha). De braakvelden hebben een bemestingsniveau dat voor alle behandelingen 80% lager ligt dan de bemeste veldjes, met gemiddeld 110 kg N/ha (Tabel 3-4).

Tabel 3-1: Nutriëntensamenstelling en prijs per kg N van de verschillende hulpmeststoffen op basis van analyseresultaten

Hulpmeststof	DS	OS	N-tot	N-org	N-min	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	Na <sub>2</sub> O	Cl	S	Na	C/N <sup>1</sup>	prijs/ kg N <sup>2</sup>
Vinasse	430	357	32,3	15,3	17,03	3,0	20,9	0,6	18	3,5	24,02	13,4	7,6	€ 1,78
Protamylasse	536	357	27,2	25,6	1,67	14,4	95,7	6,3	1,6	3,1	5,61	1,2	7,1	€ 1,65
Verenmeel	927	755	109,9	106,8	3,1	13,8	14,0	2,3	3,8	1	16,52	2,8	3,7	€ 4,12
Digestaat covergisting	103	77	4,6	3,0	1,52	1,9	6,1	1,2	0,8	4	3,65	0,6	15,5	<sup>3</sup>
Maïsdigestaat	79	68	4,8	3,0	1,85	2,1	5,9	0,8	0,4	4,2	4,64	0,3	10,6	<sup>3</sup>
Luzerebrok	902	764	29,8	29,3	0,44	7,5	37,8	4,2	1	1,8	3,69	0,7	11,5	€ 10,07
Ricinusschroot	904	827	45,0	44,8	0,24	19,9	11,3	15,8	1,1	0,8	3,44	0,8	7,5	€ 7,11
Koolzaadschroot	900	848	44,6	44,5	0,13	19,1	11,6	6,7	0,5	0,9	6,06	0,4	9,1	€ 5,61
Monterra Malt	879	740	44,6	43,0	1,62	12,4	52,1	2,4	9,8	1,3	25,06	7,3	8,2	€ 8,07
Condit	822	482	26,9	22,9	4,01	9,8	12,7	4,1	2,9	0,3	0,81	2,2	9,6	€ 13,38
Kippenmest vers	374	254	18,6	14,3	4,29	17,1	11,3	4,2	2,6	2,3	13,36	1,9	13,3	<sup>3</sup>
Kippenmest bewaard	573	258	16,9	13,2	3,75	29,1	17,4	7,1	4,4	2,3	6,06	3,3	10,0	<sup>3</sup>

Tabel 3-2: Bemestingshoeveelheid (kg/ha) en hoeveelheid toegediende mineralen (kg/ha) per behandeling, in de met tarwe begroeide veldjes, op basis van analyseresultaten.

<sup>1</sup> C/N verhouding van de organisch gebonden stikstof, berekend uit C-totaal (bepaald via destructie) gedeeld door N-organisch

<sup>2</sup> Prijsniveau 2007 bij bulkaanvoer

<sup>3</sup> Prijs in overleg

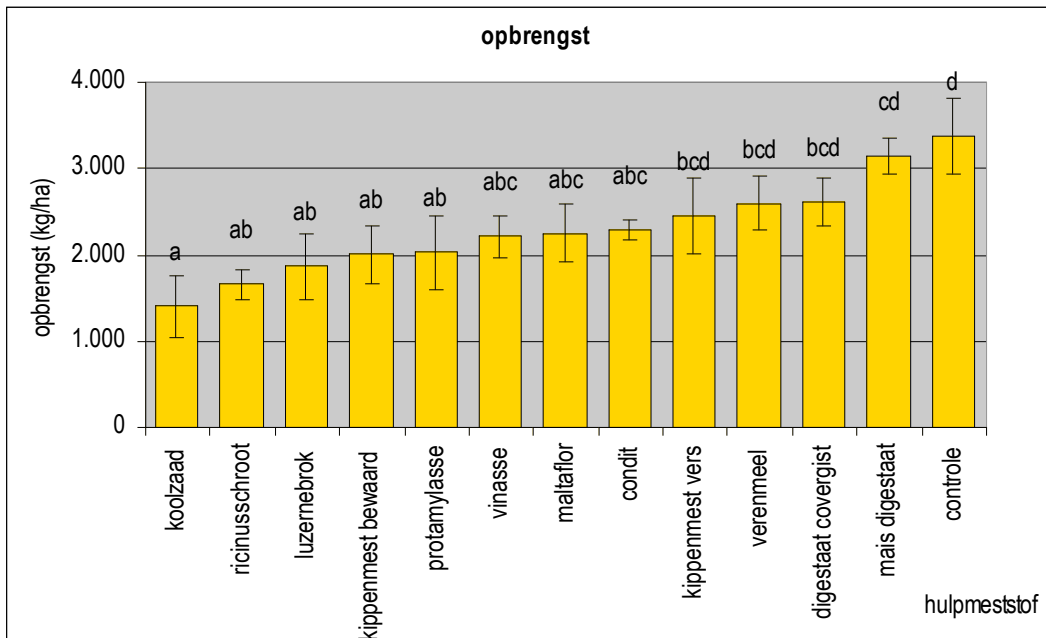
Hulpmeststof	toegediende hoeveelheid (kg/ha)	OS (kg/ha)	N-totaal (kg/ha)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)	K <sub>2</sub> O (kg/ha)
Vinasse	4.313	1.540	139	13	90
Protamylasse	4.813	1.718	131	69	461
Verenmeel	1.281	967	141	18	18
Digestaat covergisting	23.438	1.805	108	45	143
Maisdigestaat	32.813	2.231	158	69	194
Luzerne	6.719	5.133	200	50	254
Ricinus	3.250	2.688	146	65	37
Koolzaad	3.875	3.286	173	74	45
Monterra Malt	3.000	2.220	134	37	156
Condit	1.625	783	44	16	21
Kippenmest vers	8.250	2.096	153	141	93
Kippenmest bewaard	7.688	1.983	130	224	134

### 3.2 De opbrengst

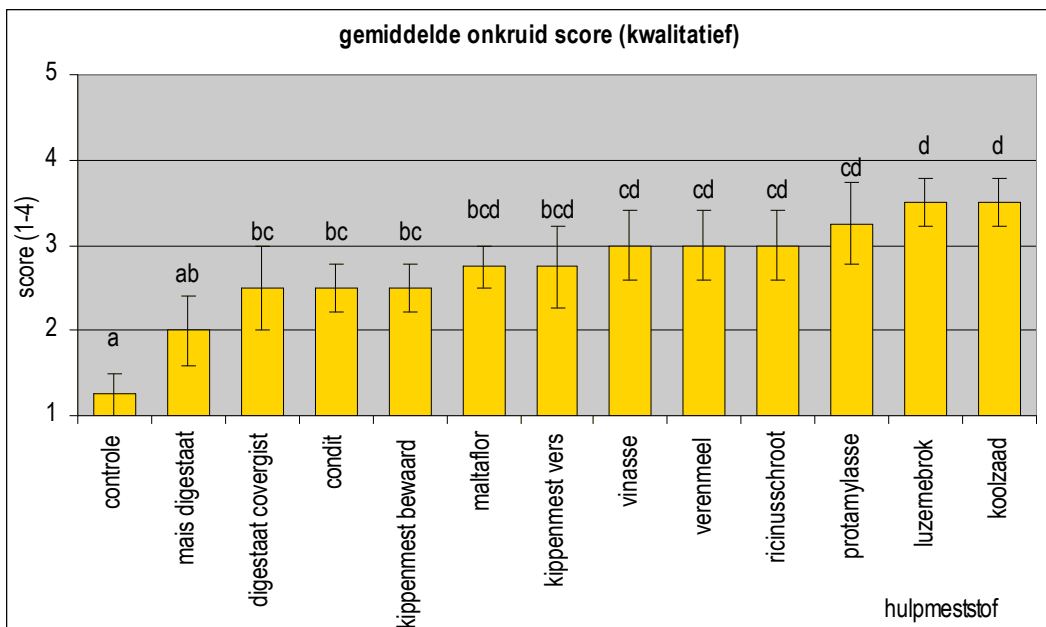
*De bemestingsproef heeft over het geheel genomen zeer lage opbrengsten, variërend tussen 1,4 ton/ha in de behandeling met 10 ton vaste rundermest in het najaar en 3,9 ton koolzaadschroot na de uitstoeling, en de veldjes met alleen 10 ton vaste mest in het najaar, die een opbrengst hadden van 3,4 ton/ha (Figuur 3-1 en*

Tabel 3-3) (Opbrengstcijfers met gestandaardiseerd vochtpercentage van 15%). Normale opbrengstcijfers voor biologische zomertarwe liggen in de grootte orde van 5 ton/ha, met uitschieters naar 7 ton/ha. Het meest opvallend was dat de hoogste opbrengst in de onbemeste controle veldjes werd gevonden. In een onafhankelijk uitgevoerd bemestingsexperiment in tarwe, op hetzelfde bedrijf, werd een vergelijkbaar resultaat gevonden met de hoogste opbrengst in de onbemeste controle veldjes. De resultaten zijn waarschijnlijk sterk beïnvloed door de zeer droge weersomstandigheden in het voorjaar, met als gevolg een slechte kieming en uitstoeling, en daarnaast de extreem hoge onkruiddruk in het proefveld, door het wortelonkruid Akkermelkdistel (*Sonchus arvensis* L.). De onkruiddruk is kwalitatief voor alle veldjes beoordeeld met een score tussen 1 (geen onkruid) en 4 (zeer veel onkruid), op het moment van de oogst (6 augustus) (Figuur 3-2). In de onbemeste controle varianten was duidelijk minder onkruid aanwezig dan in de overige veldjes. Doordat er alleen aan het eind van het seizoen gescoord is op onkruid, en niet tijdens de uitstoeling, is het niet mogelijk een verklaring van de opbrengstgrootte te geven met behulp van de onkruiddruk.





Figuur 3-1: Opbrengst van tarwe in kg/ha, gestandaardiseerd naar een vochtgehalte van 15%, voor de behandelingen met de verschillende hulpmeststoffen. Foutbalken geven de standaardfout van het gemiddelde weer, letters geven significante verschillen tussen behandelingen weer ( $P < 0,05$ ).



Figuur 3-2: Gemiddelde onkruidscore per bemestingsvariant. Score van 1 (geen onkruid) tot 4 (zeer veel onkruid). Foutbalken: standaardfout van het gemiddelde; letters geven significante verschillen aan.

Tabel 3-3: Gemiddelde opbrengst en eiwitgehalte (beiden gestandaardiseerd naar 15% vocht), Zeleny-sedimentatiewaarde, valgetal en hectolitergewicht, bij de verschillende bemestingsvarianten.

Hulpmeststoffen	Opbrengst (kg/ha)	Eiwit (%)	Zeleny-sedimentatiewaarde	Valgetal van Hagberg	Hectolitergewicht
controle	3375	10,4	40	367	76
maïs digestaat	3146	12,4	43	364	73
digestaat co-vergisting	2602	11,4	39	343	75
verenmeel	2597	13,8	51	400	71
kippenmest vers	2453	12,6	46	380	72
condit	2293	10,8	41	356	76
maltaflor	2249	12,4	44	370	73
vinasse	2209	13,7	51	378	69
protamylasse	2028	13,0	46	390	72
kippenmest bewaard	2008	11,7	39	368	75
luzernebrok	1870	14,0	53	382	70
ricinusschroot	1655	13,4	45	382	72
koolzaadschroot	1402	13,6	50	394	71
<i>l.s.d. waarde (P&lt;0,05)<sup>4</sup></i>	959	0,60	5,2	29,8	1,6

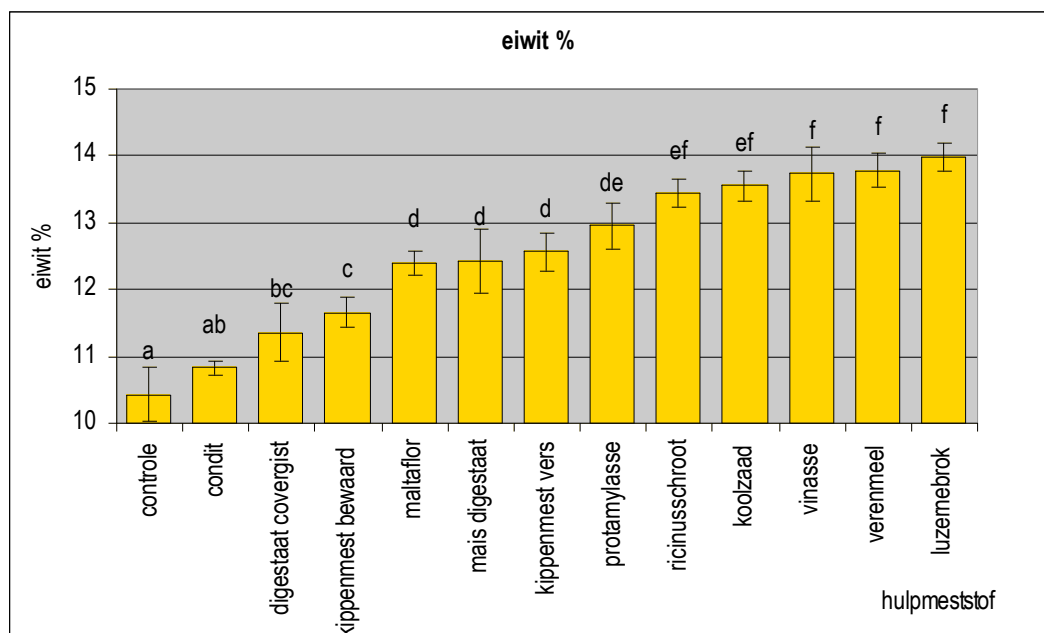
### 3.3 Kwaliteit tarwe

**Eiwitgehalte** Het eiwitgehalte van tarwe kan verhoogd worden, door de bemesting te verdelen over een basisbemesting en twee bijmest momenten: één na de uitstoeling, en één bij de bloei. Met name de laatste bemesting is belangrijk voor het verhogen van het eiwitgehalte van de tarwe. In de proefopzet van het eerste jaar is bewust gekozen voor één bijmest moment, bij uitstoeling, om daarmee een zo goed mogelijk beeld te krijgen van de stikstofmineralisatie door de meststoffen. De consequentie daarvan is, dat bij een aantal meststoffen rond de bloei een stikstof tekort zou kunnen optreden.

*In de bemestingsproef geven de verschillende hulpmeststoffen significante verschillen in eiwitgehalte als resultaat (*

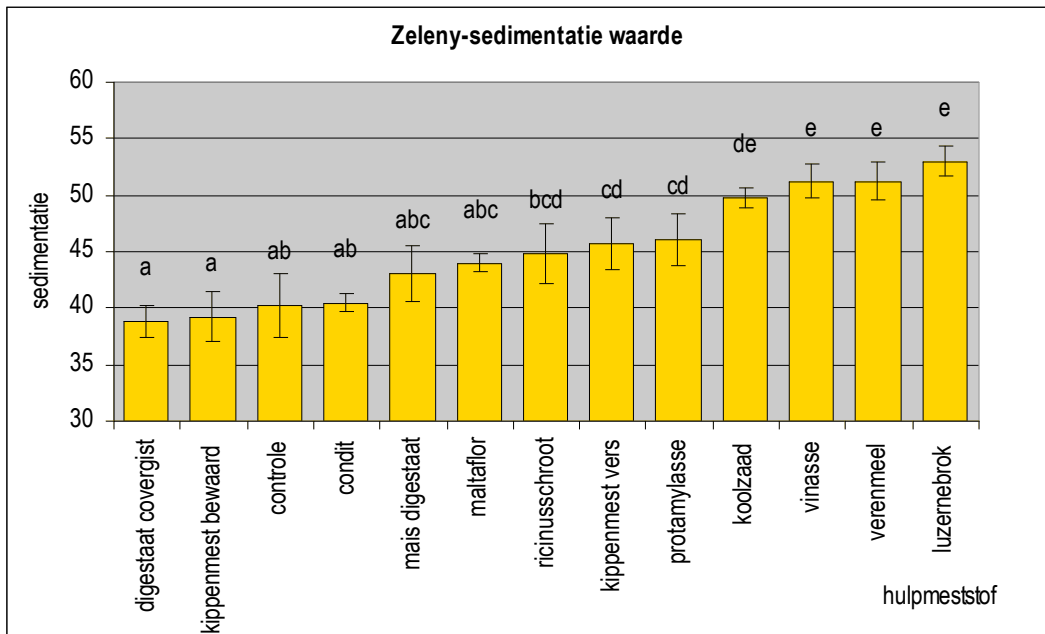
<sup>4</sup> l.s.d. waarde ('least significant difference'): verschillen tussen de behandelingen zijn statistisch significant (met  $P < 0,05$ : een betrouwbaarheid van 95%) als het verschil tussen 2 behandelingen groter is dan de l.s.d. waarde.

Tabel 3-3). De controle behandeling met alleen 10 ton rundermest in het najaar, maar zonder hulpmeststoffen, levert het laagste eiwitgehalte op (10,4%). Afhankelijk van het aanbod uit de sector, hanteert Agrifirm een ondergrens voor baktarwe bij eiwitgehalten van 10,5 tot 11,5%. Onder deze grens wordt de tarwe als voertarwe uitbetaald. Naast de controle behandeling, scoren ook de behandelingen met condit, digestaat uit covergisting, en langdurig bewaarde kippenmest laag in eiwitgehalte. Hierbij moet vermeld worden dat zowel condit als digestaat uit covergisting ook een lagere stikstofgift hebben gekregen dan gemiddeld. Het hoogste eiwitgehalte (14,0%) heeft de behandeling met luzernebrok, gevolgd door verenmeel, vinasse, koolzaad en ricinusschroot. Luzerne en koolzaad hebben echter ook een wat hogere stikstofgift ontvangen. Behalve naar eiwit is ook naar de totale hoeveelheid stikstof gekeken die in de graanopbrengst aanwezig was (eiwitgehalte / eiwitfactor \* graanopbrengst). De stikstofopbrengst varieerde van 33 (koolzaad) tot 69 (maisdigestaat) kg N/ha. De verschillen waren echter net niet significant ( $P=0,068$ ). Dit betekent dat er in alle veldjes een min of meer gelijke hoeveelheid stikstof is opgenomen door de tarweplant. De verschillen in eiwitgehalte zijn daarom het gevolg van een zogenaamd verdunningseffect. Tijdens de afrijping wordt de in de plant aanwezige stikstof in de vorm van eiwitten in de korrel opgeslagen. Behandelingen met een lagere biomassa productie, maar een zelfde hoeveelheid stikstof in de plant op moment van afrijping, hebben dan automatisch een hoger eiwitgehalte.



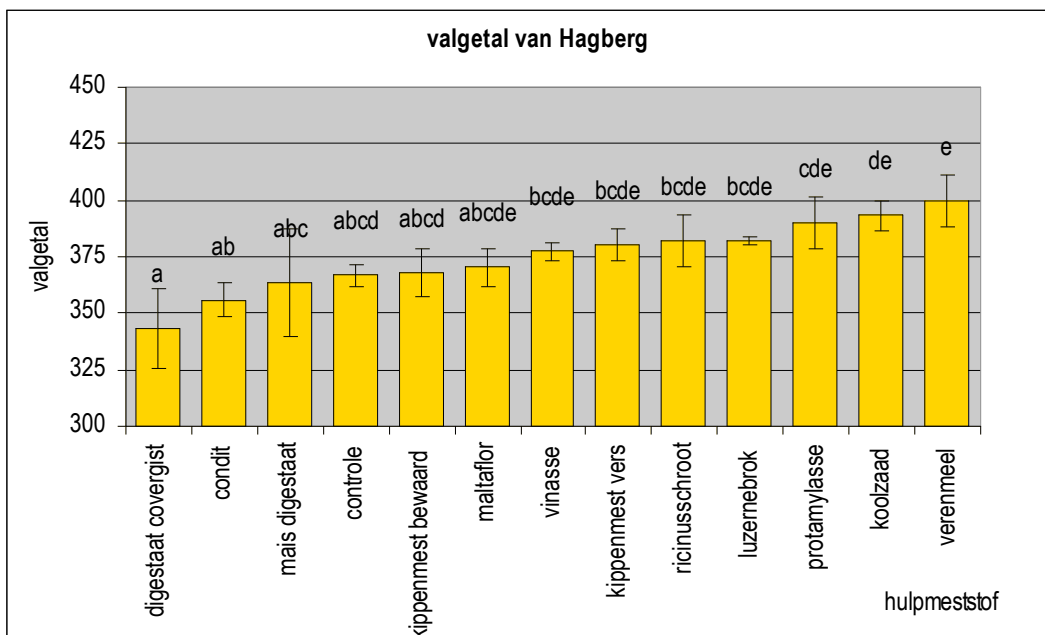
Figuur 3-3: Eiwitgehalten (in vers product, gestandaardiseerd naar 15% vocht) van zomertarwe in behandelingen met verschillende hulpmeststoffen. De foutbalken geven de standaardfout van het gemiddelde weer ( $n=4$ , digestaat uit covergisting  $n=3$ ). De letters geven significante verschillen tussen de behandelingen aan ( $P<0,05$ ).

**Zeleny sedimentatie-waarde** De Zeleny sedimentatie-waarden van de verschillende behandelingen liggen tussen 39 (digestaat uit co-vergisting) en 53 ml (luzernebrok), waarbij de verschillen zeer significant zijn ( $P<0,001$ ) (Figuur 3-4). Sedimentatie-waarden vanaf 40 ml worden beschouwd als een goede bakkwaliteit, en vanaf 50 als een zeer goede bakkwaliteit. In de bemestingsproef geven de behandelingen met luzernebrok, verenmeel, vinasse en koolzaadschroot sedimentatie-waarden gelijk aan of hoger dan 50 ml. Hierbij geldt weer dat luzerne en koolzaad ook een wat hogere stikstofgift hebben gekregen.



Figuur 3-4: Zeleny-sedimentatiewaarde (ml) van zomertarwe in behandelingen met verschillende hulpmeststoffen. De foutbalken geven de standaardfout van het gemiddelde weer. De letters bovenin het staafdiagram geven significante verschillen aan ( $P < 0,05$ ).

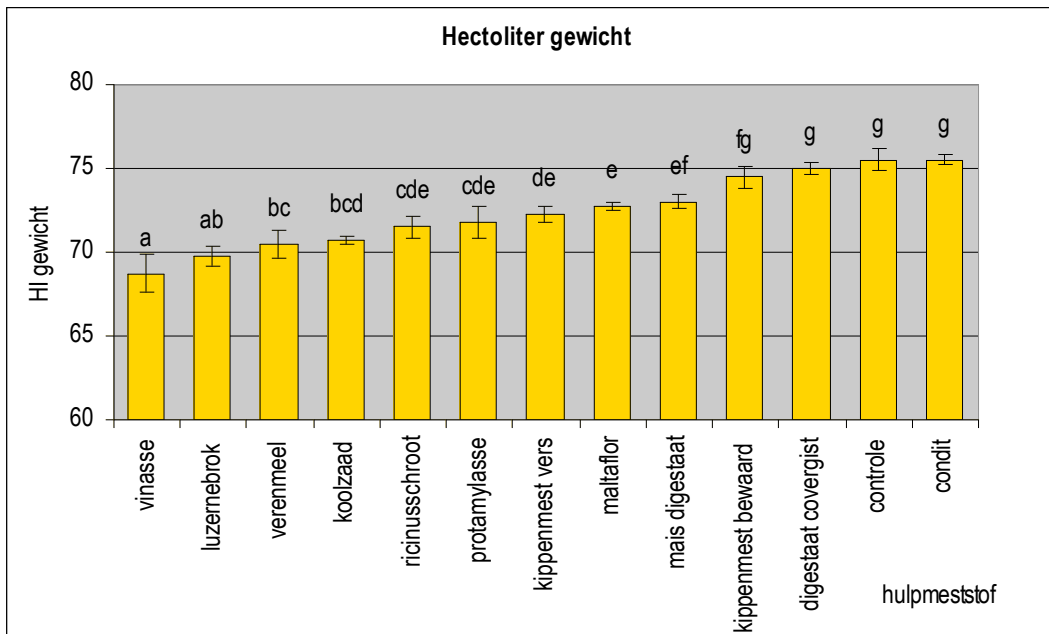
**Valgetal** Het valgetal van de tarwe in de verschillende behandelingen ligt tussen 343 (digestaat uit covergisting) en 400 (verenmeel). Er zijn significante verschillen tussen behandelingen ( $P = 0,028$ ), maar deze zijn niet relevant, aangezien de waarden allemaal hoog zijn. Een nat seizoen, of oogst na een regenperiode, levert in het algemeen lagere valgetallen op.



Figuur 3-5: Het valgetal van Hagberg voor de verschillende bemestingsvarianten. Foutbalken geven de standaardfout van het gemiddelde weer, letters geven significante verschillen tussen de behandelingen aan ( $P < 0,05$ ).

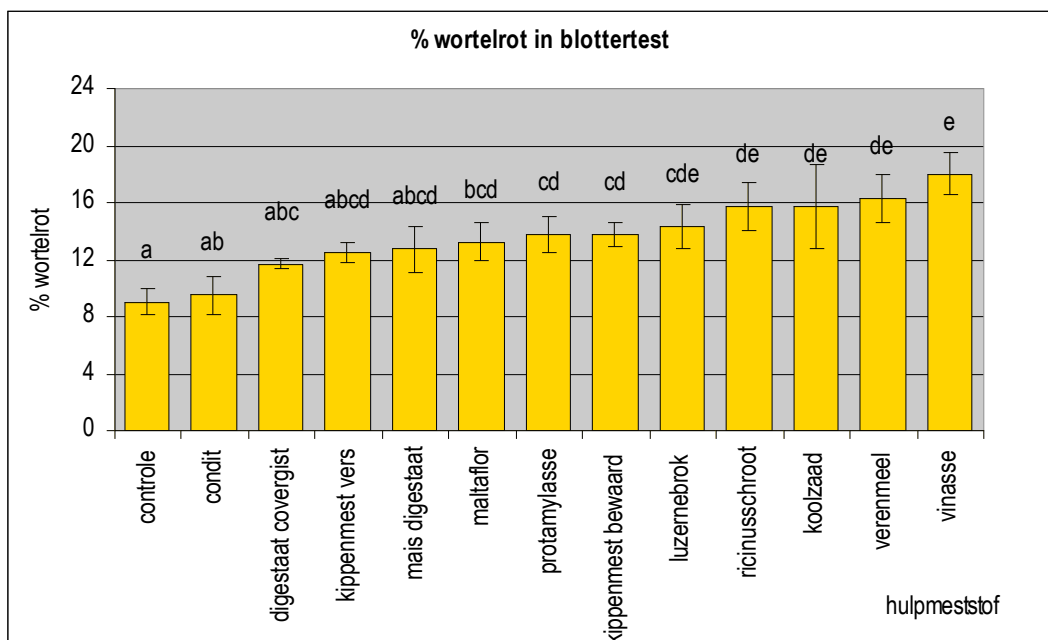
Valgetallen zijn ook afhankelijk van de schotgevoeligheid van het gebruikte tarweras. Het geteelde ras Lavett heeft een relatief hoge schotresistentie (Osman et al, 2005). Het laboratorium van Krijger en Molenaars analyseert tarwemonsters voor verschillende Nederlandse partijen. Het gemiddelde valgetal van alle monsters die in het seizoen 2007 in het laboratorium van Krijger en Molenaar zijn geanalyseerd was 280.

**Hectolitergewicht** Het hectolitergewicht van de tarwe uit de verschillende bemestingsvarianten varieerde van 69 (vinasse) tot 76 (condit en de controle variant) (Figuur 3-6). Agrifirm hanteert een standaardwaarde van 76 voor het hectolitergewicht van de ingekochte tarwe (Osman et al., 2005). Beneden deze grens geldt een premie-afrek. Dit betekent dat alle behandelingen onder de gewenste waarde voor het hectolitergewicht liggen.



Figuur 3-6: Hectolitergewicht van tarwe in verschillende bemestingsvarianten. Foutbalken geven de standaardfout van het gemiddelde weer. Letters geven significante verschillen ( $P < 0,05$ ) tussen de behandelingen aan.

**Blottertest** De blottertest is uitgevoerd om verschillen in Fusarium besmetting tussen de verschillende behandelingen te kunnen beoordelen. Tussen de verschillende behandelingen zijn significante verschillen in Fusarium besmetting ontstaan. Het totaal percentage wortelrot varieerde van 9% (controle) tot 18% (behandeling met vinasse). Daarmee zou het grootste deel van de tarwe voor verhandeling als zaaizaad ongeschikt zijn.



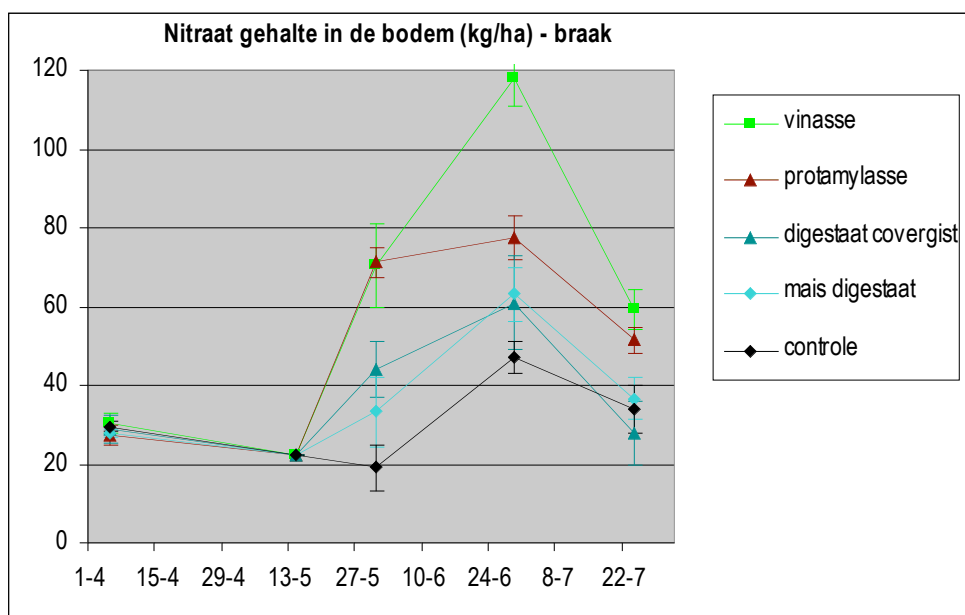
Figuur 3-7: Percentage wortelrot in blottertest, als uitdrukking van besmettingsgraad van de tarwe met *Fusarium*. Foutbalken geven de standaardfout van het gemiddelde weer, letters geven significante verschillen tussen behandelingen aan ( $P < 0,05$ ).

### 3.4 Stikstofmonitoring

Op 5 april (week 14, vlak na het inzaaien van de tarwe) was het gemiddelde nitraatgehalte in de bodem 29 kg N/ha. Er waren geen significante verschillen tussen de veldjes in het proefperceel. Vervolgens brak er een zeer droge periode aan, met als gevolg een slechte en onregelmatige kieming, en een slechte uitstoeling van de tarwe. Het tijdstip van bemesting is vanwege de droogte uitgesteld tot 14 mei (week 20). In de week na het bemesten is er 4 mm neerslag gevallen, waarna opnieuw een lange droge periode aanbreekt, die tot en met week 25 geduurd heeft. De tweede nitraat meting valt nog in de droge periode (31 mei, week 22). De derde (29 juni, week 26) en vierde N-min meting (24 juli, week 30) vallen daarna. Voor een overzicht van de weersgegevens, zie bijlage 1.

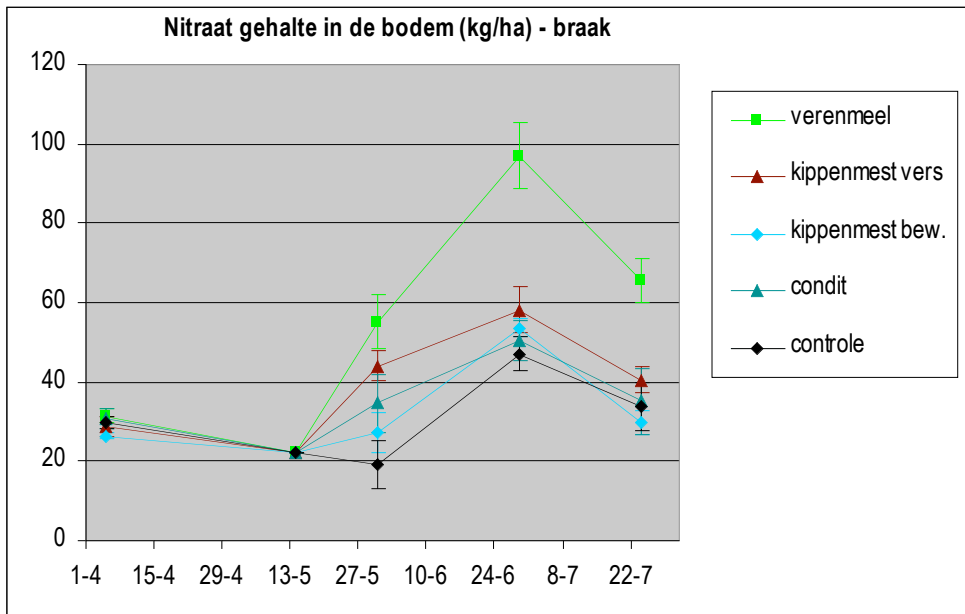
**Braak percelen** De braakliggende behandelingen zijn tijdens de teelt een aantal malen gebrand en eenmaal geschoffeld, om de groei van onkruid en tarwe tegen te gaan. Over het algemeen heeft er wel een lichte groei van onkruid en tarwe plaatsgevonden, waarmee de veldjes niet compleet braak zijn geweest. Het stikstofverloop in de veldjes geeft een beeld van de verschillen in mineralisatiesnelheid tussen de diverse mestsoorten. Het verschil tussen de gehalten op het moment van bemesting, en de gehalten bij bemonstering 2 weken later (31 mei) geeft een beeld van de direct toegevoegde minerale stikstof uit de meststoffen, in combinatie met de N-mineralisatie in de eerste 2 weken na toediening. Met name vinasse en protamylasse (Figuur 3-8) bevatten een grote hoeveelheid direct beschikbare stikstof. Ricinusschroot en verenmeel bevatten niet veel minerale N in het product, maar geven wel een zeer snelle stikstofmineralisatie in de eerste 2 weken na toediening. De luzernebrok en de bewaarde kippenmest geven de eerste 2 weken maar zeer weinig stikstof vrij. Bij luzerne kan dit ook komen doordat de korrels maar langzaam uit elkaar vallen vanwege de droogte. Het stikstofverloop tussen de bemonsteringen op 31 mei en 29 juni geeft een beeld van de mineralisatiesnelheid tussen 2 en 6 weken na toediening van de meststoffen. In deze 4

weken komt ook in de controle-behandeling een flinke hoeveelheid stikstof vrij (+ 28 kg N/ha). Dit duidt op een sterke nalevering van stikstof uit de bodem. Bij een aantal meststoffen is in deze periode de toename van het stikstofgehalte in de bodem geringer dan in de controle-behandeling (protamylasse, verse kippenmest, condit en digestaat uit covergisting). Een oorzaak zou kunnen liggen in stikstofverliezen door denitrificatie, door een combinatie van hogere nitraatgehalten in de bodem, warmte en het begin van een natte periode. Een aantal meststoffen geeft in deze periode wel nog een sterke toename van stikstof in de bodem te zien: luzernebrok (+ 63 kg N/ha), vinasse (+ 48 kg N/ha) en koolzaad (+ 46 kg N/ha) (Figuur 3-10). Daarbij moet meegenomen worden dat luzerne en koolzaad ook hogere stikstofgiften gekregen hebben. Bij de onbegroeide veldjes, zien we een sterkere of zwakkere daling van de N-min cijfers in de bodem tussen de laatste 2 bemonsteringen. Deze zijn mogelijk het gevolg van uitspoeling naar de ondergrond of denitrificatie, door het begin van een regenperiode vanaf 24 juni. Vooral in de behandeling met vinasse treedt een sterke daling van het N-min gehalte op, maar hier zijn de nitraat gehalten dan ook het hoogste, wat ook een grotere denitrificatie en/of uitspoeling tot gevolg kan hebben.

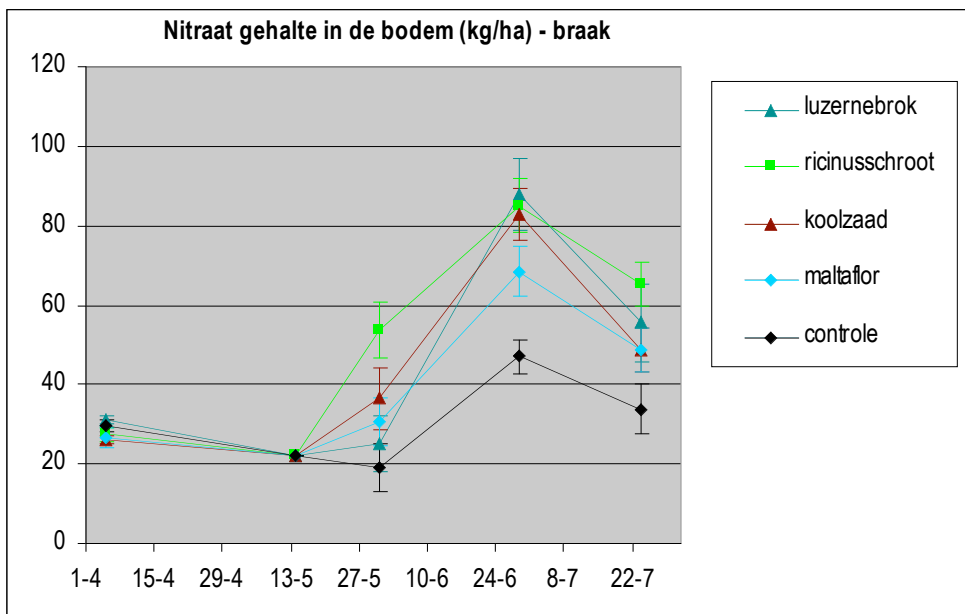


Figuur 3-8: Verloop van nitraat in de bodem (kg/ha) in onbegroeide veldjes, voor de behandelingen: controle, digestaat uit covergisting, vinasse, protamylasse en maïsdigestaat. Foutbalken: standaardfout van het gemiddelde.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> De weergave van de nitraatgehalten op 14 mei (vlak voor het bemestingsmoment) zijn niet gebaseerd op een meting, maar op de aanname dat de gehalten in de behandelingen het verloop van de controle-behandeling volgen. Het nitraatgehalte is geschat door extrapolatie van de meetwaarden in de controle-behandeling op 5 april en 31 mei.



Figuur 3-9: Verloop van nitraatgehalte (kg/ha) voor onbegroeide veldjes, voor de volgende behandelingen: controle, condit, verenmeel, kippenmest vers en kippenmest bewaard. Foutbalken: standaardfout van het gemiddelde.<sup>5</sup>



Figuur 3-10: Verloop van nitraatgehalte (kg/ha) voor onbegroeide veldjes, voor de volgende behandelingen: controle, luzernebrok, ricinusschroot, koolzaad en maltaflor. Foutbalken: standaardfout van het gemiddelde.<sup>5</sup>

In Tabel 3-4 en Tabel 3-5 is een samenvatting gegeven van de korte termijn (2 weken) en middellange termijn (6 weken) ontwikkeling van de stikstofgehalten in de bodem in de braakpercelen. Hierbij is enerzijds de absolute toename in kg/ha weergegeven bij correctie voor de controle-behandeling, en anderzijds het percentage van de totaal gegeven stikstof dat in de eerste 2 respectievelijk 6 weken beschikbaar komt in de bodem. Dit laatste om te corrigeren voor verschillen in de begingift van stikstof.



Tabel 3-4: Korte termijn beschikbaarheid van minerale stikstof, 2 weken na toediening van verschillende hulpmeststoffen. Toedieningstijdstip: 14 mei.

hulpmeststof	kg N-totaal/ha toegediend met meststoffengift (braakpercelen)	kg N-mineraal/ha toegediend met meststoffengift (braakpercelen)	toename N-min (kg/ha) ten opzichte van controle 0-2 weken	% in bodem beschikbaar van toegediende N-gift 0-2 weken
protamylasse	105	6	52	50%
vinasse	111	59	51	46%
condit	35	5	16	44%
verenmeel	113	3	36	32%
ricinusschroot	117	1	35	30%
digestaat covergist	86	29	25	29%
kippenmest vers	123	28	25	20%
koolzaad	138	0	17	13%
maïs digestaat	126	49	14	11%
maltaflor	107	4	12	11%
kippenmest bewaard	104	23	8	8%
luzernebrok	160	2	6	4%

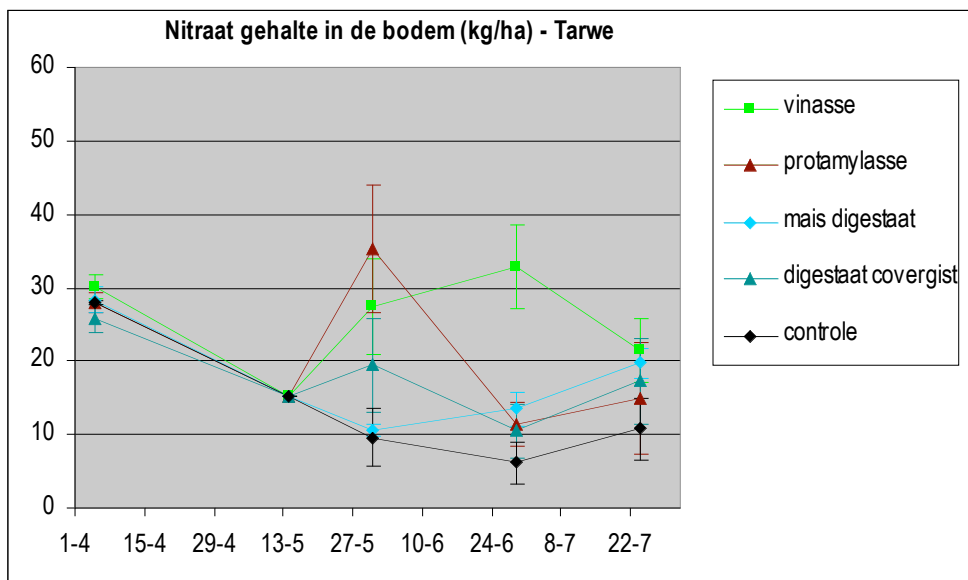
Tabel 3-5: Middellange termijn beschikbaarheid van minerale stikstof uit hulpmeststoffen (6 weken na toediening), toedieningstijdstip 14 mei.

hulpmeststof	kg N-totaal/ha toegediend met meststoffengift (braakpercelen)	kg N-mineraal/ha toegediend met meststoffengift (braakpercelen)	toename N-min (kg/ha) ten opzichte van controle 0-6 weken	% in bodem beschikbaar van toegediende N-gift 0-6 weken
vinasse	111	59	71	64%
verenmeel	113	3	50	44%
ricinusschroot	117	1	38	32%
protamylasse	105	6	31	29% <sup>6</sup>
koolzaad	138	0	36	26%
luzernebrok	160	2	41	25%
maltaflor	107	4	21	20%
digestaat covergist	86	29	14	16% <sup>6</sup>
maïs digestaat	126	49	16	13%
condit	35	5	3	10% <sup>6</sup>
kippenmest vers	123	28	11	9% <sup>6</sup>
kippenmest bewaard	104	23	7	6%

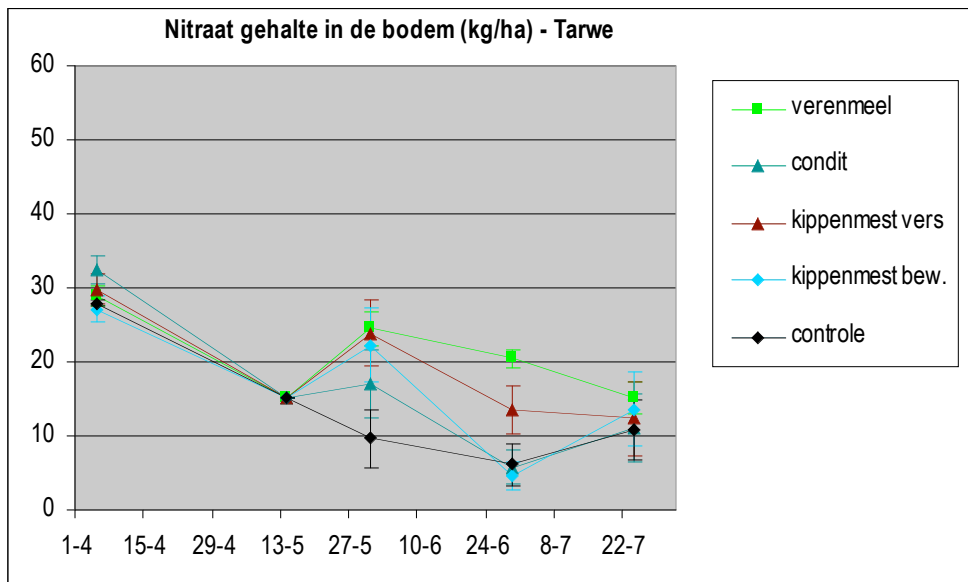
**Tarwe percelen** In de behandelingen die wel begroeid zijn met tarwe, is van de relatief grote hoeveelheid toegediende stikstof, vrijwel niets terug te vinden bij monitoring van het nitraat verloop in de bodem. Het bereik van de schaal van onderstaande grafieken is anders dan bij de braak percelen (maximaal 60 i.p.v. 120 kg N/ha). Bij de

<sup>6</sup> Afname van hoeveelheid beschikbaar stikstof 6 weken na toediening, ten opzichte van de situatie 2 weken na toediening; mogelijk door denitrificatie.

stikstofmeting op 31 mei zijn er in de tarwe percelen nog significante verschillen tussen de meststoffen zichtbaar. Op 29 juni verschilt alleen vinasse nog significant van de overige behandelingen. Op 24 juli zijn alle verschillen in N-min gehalte van de bodem tussen de meststoffen verdwenen.

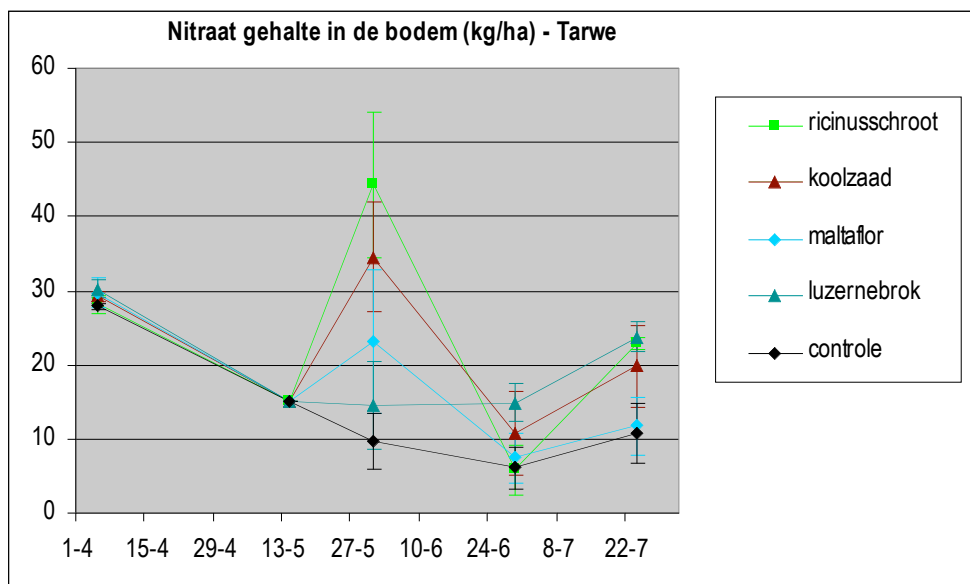


Figuur 3-11: Verloop van nitraatgehalte (kg/ha) in met tarwe begroeide veldjes, voor de volgende behandelingen: controle, digestaat uit co-vergisting, vinasse, protamylasse en maïsdigestaat. Foutbalken: standaardfout van het gemiddelde.<sup>7</sup>



Figuur 3-12: Verloop van nitraat in de bodem (kg/ha) in met tarwe begroeide veldjes, voor de volgende behandelingen: controle, condit, verenmeel, kippenmest vers en kippenmest bewaard. Foutbalken: standaardfout van het gemiddelde.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> De weergave van de nitraatgehalten op 14 mei (vlak voor het bemestingsmoment) zijn niet gebaseerd op een meting, maar op de aanname dat de gehalten in de behandelingen het verloop van de controle-behandeling volgen. Het nitraatgehalte is geschat door extrapolatie van de meetwaarden in de controle-behandeling op 5 april en 31 mei.



Figuur 3-13: Verloop van nitraat in de bodem (kg/ha) in met tarwe begroeide veldjes, voor de volgende behandelingen: controle, luzernebrok, ricinusschroot, koolzaad en maltaflor. Foutbalken: standaardfout van het gemiddelde.<sup>7</sup>

**Stikstofmodellering** Aanvankelijk was het de bedoeling om het stikstofmodelleringsprogramma NDICEA in te zetten als model, om het gedrag van de meststoffen in de bodem beter te kunnen begrijpen. De data van de meststoffen, samen met bodemgegevens, bemestings- en vruchtwisselingshistorie, weersgegevens en gewasgegevens (stikstofinhoud van tarwe en stro) zijn hiertoe ingevoerd in het model. Vermoedelijk door de situatie met extreme weersomstandigheden, lage opbrengstcijfers, onregelmatige opkomst en hoge onkruiddruk, wijkt de simulatie door het model dusdanig af van de werkelijk gemeten waarden voor stikstof in de bodem, dat verdere modellering niet zinvol werd gevonden.

### 3.5 Terugkoppeling naar de praktijk

Op 10 juli is een excursie georganiseerd voor akkerbouwers naar de bemestingsproef. De excursie was goed bezocht met 28 deelnemers. Na afloop is er een discussie gevoerd met de aanwezige akkerbouwers over de criteria voor beoordeling van hulpmeststoffen voor gebruik in de biologische landbouw. Belangrijke punten zijn het biologische uitgangsmateriaal, het sluiten en de efficiëntie van kringlopen, het gebruik van restproducten, de samenstelling qua stikstof-fosfaatverhouding en werkzaamheid, en tenslotte niet onbelangrijk: de prijs. Een aantal reacties vanuit de aanwezige akkerbouwers ten aanzien van de in de proef gebruikte hulpmeststoffen:

- Positieve houding ten aanzien van pluimveemest, gezien het biologische karakter. Kritiek is er op de slechte samenstelling wat betref stikstof-fosfaat verhouding.
- Kritische houding ten aanzien van luzernebrok. Mogelijkheden worden gezien voor een korte kringloop, wanneer het gewas op het eigen bedrijf geteeld wordt. Kritiek is er op het telen van gewassen voor de productie van hulpmeststoffen, en het product wordt (veel) te duur gevonden.

*Kritische houding ten opzichte van digestaten. Met name het telen van maïs voor de productie van de meststoffen wordt als negatief ervaren. Verder was er een kritische houding ten aanzien van het organische stofgehalte. In*

- Tabel 3-2 is echter te zien dat wanneer er op basis van stikstof bemest wordt, de digestaten eenzelfde hoeveelheid organische stof aan de bodem leveren als de andere hulpmeststoffen.
- Positieve houding ten aanzien van vinasse en protamylasse, vanwege goede werking en toepasbaarheid, lage prijs en gunstige stikstof-fosfaat verhouding. Kritiek is er op het niet-biologische karakter en de productie die gepaard gaat met veel chemische middelen.
- Ricinusschroot wordt als positief ervaren vanwege het karakter van een zuiver plantaardig restproduct. Het wordt echter ook als te duur ervaren voor de sector.
- Koolzaad wordt gezien als een gewas voor energieproductie, maar te duur voor gebruik door de sector.
- Kritische houding ten aanzien van condit, met name gezien de prijs. Er is geen eenduidig beeld van de werkzaamheid.
- Ten aanzien van verenmeel enerzijds een positieve houding, wat betreft werkzaamheid en gunstige stikstof-fosfaat verhouding. Anderzijds ook een zeer kritische houding ten aanzien van herkomst uit gangbare intensieve kippenhouderij.



*Figuur 3-14: Akkerbouwers in discussie tijdens de excursie op 10 juli naar het proefveld*

## 4 Conclusies en discussie

Uit het stikstofverloop in de braakpercelen kunnen een aantal voorzichtige conclusies worden getrokken wat betreft mineralisatiesnelheid van de verschillende hulpmeststoffen. Aantekening hierbij zijn, dat geen van de hulpmeststoffen na strooien ingewerkt is, en dat door de extreem droge periode die volgde, het uiteenvallen en mineraliseren van een paar typen korrelmeststoffen (luzernebrok, koolzaadschroot en maltaflor) vertraagd kan zijn. Verder zijn de meststoffen op 14 mei toegediend, relatief laat in het voorjaar. Bij toediening vroeg in het voorjaar (langzamere mineralisatie door lagere temperaturen) gaan andere factoren (zoals de direct beschikbare hoeveelheid N-mineraal in het product) een nog grotere rol spelen in de selectie van geschikte meststoffen. Naast vinasse, zijn de digestaten en kippenmesten dan mogelijk interessant, vanwege het relatief grote aandeel direct beschikbaar N-mineraal in het product. Naast de dierlijke meststoffen geldt ook voor maïsdigestaat dat deze wegens ongewenste verliezen van stikstof naar de atmosfeer, het beste ingewerkt kan worden.

- Voor een snelle stikstofgift in de eerste twee weken zijn met name protamylasse, vinasse en mogelijk ook condit zeer geschikt. De conclusies wat betreft condit moeten echter voorzichtig getrokken worden wegens de veel lagere stikstofgift. In snelle beschikbaarheid na toediening worden deze meststoffen gevolgd door verenmeel, ricinusschroot en digestaat uit covergisting.
- Met name luzernebrok geeft zeer weinig stikstof de eerste twee weken, wat mogelijk te maken heeft met het slecht uiteenvallen van de korrels bij droogte. Door inwerken of beregenen zou dit te verhelpen zijn. Ook de bewaarde kippenmest geeft in de eerste twee weken maar een geringe toename van N-min in de bodem. Hier kunnen ook verliezen naar de atmosfeer een rol spelen, die wellicht met inwerken te voorkomen zijn.
- Na 6 weken blijkt bij een aantal meststoffen (protamylasse, digestaat uit covergisting, condit en verse kippenmest) in de braakpercelen een afname aan N-mineraal op te treden ten opzichte van de situatie na 2 weken en de controle. Dit kan door denitrificatie, maar mogelijk ook door uitspoeling veroorzaakt worden.
- Ook op middellange termijn (6 weken) is bij vinasse de grootste hoeveelheid stikstof beschikbaar, gevolgd door verenmeel en ricinusschroot.
- Opvallend is de inhaalslag die luzerne maakt in de periode van 2-6 weken, waarbij na 6 weken 25% van de toegediende stikstof als minerale stikstof in de bodem beschikbaar is. Ook bij koolzaad en maltaflor is na 6 weken 26% resp. 20% van de toegediende stikstof in de bodem beschikbaar. Deze drie meststoffen lijken vooral geschikt wanneer een lange nalevering van stikstof voor de teelt belangrijk is.
- In de behandelingen met de kippenmesten, digestaten en condit zijn na 6 weken de laagste hoeveelheden stikstof beschikbaar ten opzichte van de controle variant.
- Een aantal meststoffen bevat een grote hoeveelheid direct beschikbaar mineraal N in het product: vinasse, de digestaten en de kippenmesten. Dit zou direct zichtbaar moeten zijn bij de bemonstering na 2 weken. Bij maïsdigestaat en bewaarde kippenmest, is 35 respectievelijk 15 kg N/ha niet meer terug te vinden in de bodem. Mogelijk zijn dit verliezen naar de atmosfeer die door inwerken te voorkomen zijn.

Vanwege de extreme weersomstandigheden gedurende de proef, met als gevolg een slechte kieming en uitstoeling, is het niet mogelijk om harde conclusies te trekken uit de verschillende kwaliteitsbepalingen aan de tarwe. Hoge eiwitgehalten van het graan kwamen globaal genomen overeen met lage opbrengstcijfers en omgekeerd.



## *Literatuur*

Groot, S.P.C. (2003). **Fusarium in zaai zaad tarwe: Oplossing voor fusarium-probleem pas op termijn beschikbaar.** Ekoland 2-2003, pp. 28-29.

Osman, A.M., L. van den Brink, R.C.F.M. van den Broek, W. van den Berg en E.T. Lammerts van Bueren (2005). **Passende Rassen: Rassenonderzoek voor Biologische Bedrijfssystemen 2001-2004 - Zaaiuien en Zomertarwe.** Louis Bolk Instituut, Driebergen, 143 p.

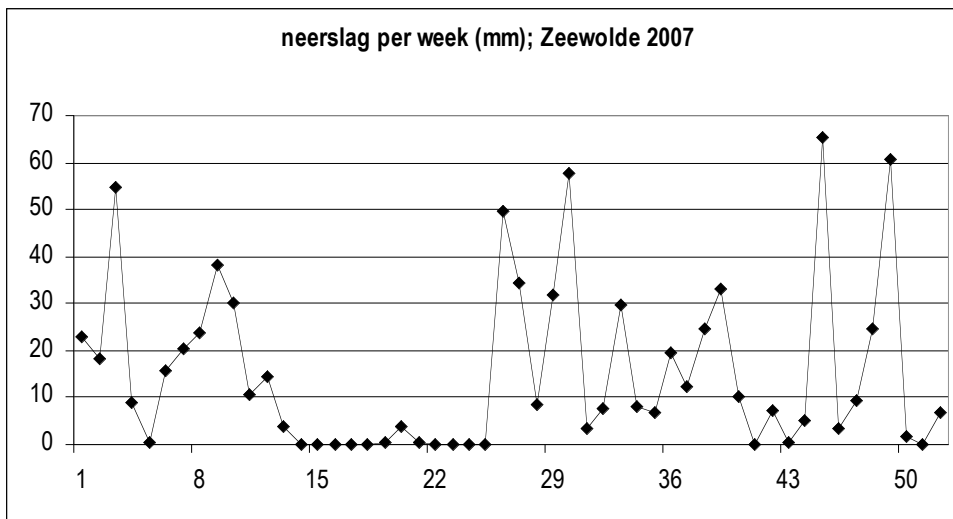
Osman, A., M. Zanen, U. Prins en G.J. van der Burgt (2007). **Bakkwaliteit van biologische zomertarwe: Relatie tussen bemesting, eiwitgehalte en broodvolume voor het ras Lavett.** Louis Bolk Instituut, Driebergen, 23 p.



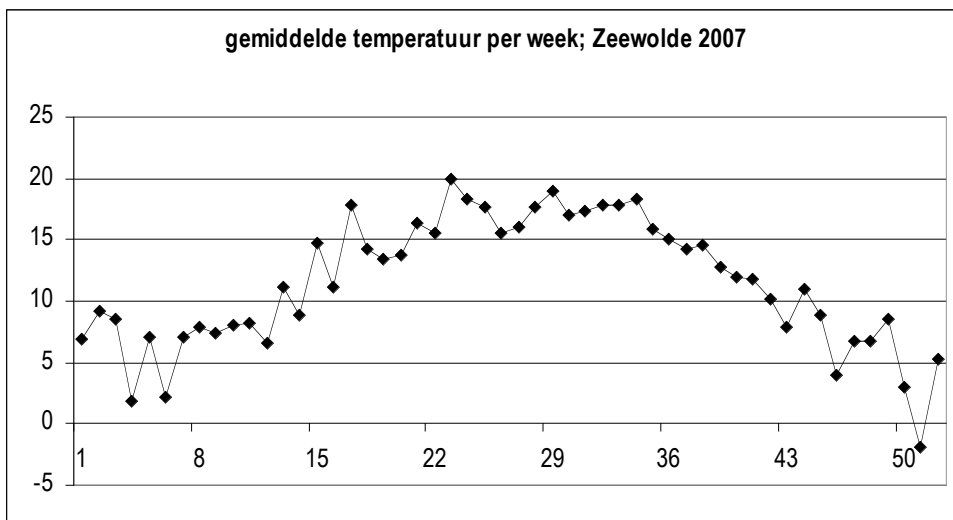


## Bijlage 1: Weersgegevens 2007

Het jaar 2007 was samen met 2006 het warmste jaar sinds het begin van de systematische waarnemingen in 1706. De gemiddelde jaartemperatuur in De Bilt was 11,2 °C, tegenover een langjarig gemiddelde van 9,8 °C. Het record in jaartemperatuur is vooral veroorzaakt door de uitzonderlijke warmte in de eerste helft van het jaar. Zowel januari als april waren de zachtste sinds 1706. Daarnaast was 2007 ook een nat jaar. Gemiddeld viel in Nederland 920 mm neerslag, tegenover 797 mm normaal (langjarig gemiddelde 1971-2000). In Zeewolde was het met 790 mm relatief droog. In het voorjaar was bovendien sprake van een lange droge periode. Van 22 maart tot en met 6 mei is er in vrijwel het hele land geen of nauwelijks neerslag gevallen. Gemiddeld over Nederland was april hierdoor record droog met 0.4 mm tegen 44 mm normaal. De lengte van het droge tijdvak, 45 dagen, was uniek voor tenminste de laatste honderd jaar. In de maand mei viel in Zeewolde maar 5 mm neerslag, tegenover 62 mm normaal in De Bilt. Ook de eerste 24 dagen van juni waren in Zeewolde met 0.2 mm kurkdroog (Sluijter, 2008). Juli was daarentegen een nattere maand dan normaal, met 135 mm neerslag in Zeewolde, tegen 70 mm als langjarig gemiddelde (De Bilt).



Figuur 4-1: Neerslaghoeveelheid per week (mm) in 2007 in Zeewolde. Bron: DACOM.



Figuur 4-2: Gemiddelde temperatuur per week, Zeewolde 2007. Bron: DACOM.

