
Krijgen we de kring rond met biologische dierlijke mest?

Resultaten van een bemestingsproef in prei



Deelrapport 2 ADLO-onderzoeksproject
“*Optimale aanwending van
biologische mest van kippen en herkauwers
voor een gezond biologisch gewas*”

December 2012

**Annelies Beeckman, Lieven Delanote, Bert Reubens,
Stefaan De Neve, Bart Vandecasteele & Koen Willekens**



Vlaamse overheid



Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling:
Europa investeert in zijn platteland

Dit project liep met steun van de Vlaamse overheid – Afdeling Duurzame Landbouwontwikkeling

Auteurs:

Annelies Beeckman (Inagro vzw Afdeling biologische productie)
Lieven Delanote (Inagro vzw Afdeling biologische productie)
Bert Reubens (ILVO Eenheid Plant)
Stefaan De Neve (Universiteit Gent vakgroep Bodembeheer)
Bart Vandecasteele (ILVO Eenheid Plant)
Koen Willekens (ILVO Eenheid Plant)

Met dank aan:

De partners van het ADLO-onderzoeksproject “*Optimale aanwending van biologische mest van kippen en herkauwers voor een gezond biologisch gewas*”
De leden van de projectstuurgroep

Foto's ©:

Annelies Beeckman en Bert Reubens

Contact en Informatie

De publicaties uit het ADLO-onderzoeksproject “*Optimale aanwending van biologische mest van kippen en herkauwers voor een gezond biologisch gewas*” zijn te verkrijgen op verzoek:

annelies.beeckman@inagro.be – Tel. +32 (0)51 27 32 51 – www.inagro.be
bert.reubens@ilvo.vlaanderen.be – Tel. +32 (0)9 272 26 70 – www.ilvo.vlaanderen.be.

Teksten, tabellen en figuren mogen worden overgenomen, mits duidelijke bronvermelding: *Beeckman A., Delanote L., Reubens B., De Neve S., Vandecasteele B., Willekens K. 2012. Krijgen we de kring rond met biologische dierlijke mest? Resultaten van een bemestingsproef in prei. Deelrapport 2 van het ADLO-onderzoeksproject “Optimale aanwending van biologische mest van kippen en herkauwers voor een gezond biologisch gewas”. 25p.*

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen Inagro vzw, zijn medewerkers of de partners van dit ADLO-onderzoeksproject, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

In geen geval zullen de partners van dit ADLO-onderzoeksproject en hun medewerkers aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

Krijgen we de kring rond met biologische dierlijke mest? Resultaten van een bemestingsproef in prei

1.	Situering.....	4
1.1	Aanleiding en doelstelling van het project.....	4
1.2	Praktijkgericht onderzoek: bemesting	4
2.	Proefopzet.....	5
2.1	Proefobjecten	5
2.2	Bemestingsdoses	5
3.	Proeftechnische gegevens	6
3.1	Het proefterrein.....	6
3.2	Het proefplan	7
3.3	De teeltverzorging	7
3.4	Proefveldgegevens	8
3.5	Weersgegevens	8
4.	Waarnemingen en beoordelingen	9
4.1	Uitgangsmateriaal	9
4.2	Bodemanalyses	9
4.2.1	Stikstofbeschikbaarheid in de bodem	9
4.2.2	Incubatieproeven	10
4.3	Bepalingen op plantmateriaal	10
4.4	Waarnemingen in de teelt.....	10
4.5	De gegevensverwerking.....	10
5.	Resultaten en bespreking.....	11
5.1	Teeltverloop	11
5.2	Stikstofbeschikbaarheid in de bodem	11
5.3	Stikstofbalansen	13
5.4	Waarnemingen op plantniveau	16
5.4.1	Waarnemingen zes weken na planten	16
5.4.2	Opbrengsten in relatie tot bemesting en de stikstofbeschikbaarheid in de bodem	16
5.4.3	Ziektegevoeligheid bij oogst.....	18
5.4.4	Nitraatgehalte in het plantsap versus stikstofbeschikbaarheid in de bodem	19
5.5	Incubatieproeven.....	20
5.6	Biologische parameters	20
6.	Discussie.....	22
7.	Besluit.....	24
8.	Referenties	25

1. Situering

1.1 Aanleiding en doelstelling van het project

De biologische landbouw streeft naar het sluiten van kringlopen, ook op het vlak van bemesting. Mest geproduceerd op biologische bedrijven dient in regel (Verordening (EG) Nr. 834/2007) teruggevoerd te worden naar biologische percelen. Optimaal gebruik van het bestaande aanbod biologische mest is een cruciale schakel in de evolutie naar een 100% biologische keten. De vraag stelt zich hoe groot en kwaliteitsvol dat aanbod is, en of een behandeling van de mest voorafgaand aan het gebruik de kwaliteit ervan kan verbeteren. Momenteel zijn er nog op heel wat vlakken knelpunten, zowel juridisch als technisch. De sector wenst dit samen op te nemen en een plan van aanpak hiervoor uit te werken. Op vraag van de biologische landbouwers en BioForum werd dit thema door de Vlaamse Overheid opgenomen in de onderzoeksoproep biologische landbouw 2009 (lv.vlaanderen.be).

Bioforum, het onderzoeksdomein Teelt & Omgeving van het Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), de Afdeling Biologische Productie van Inagro vzw, en de Vakgroep Bodembeheer van de Universiteit Gent werkten binnen die context samen het projectvoorstel "Optimale aanwending van biologische mest van kippen en herkauwers voor een gezond biologisch gewas" uit.

Het project wil de afzet van de biologische kippenmest afkomstig van de weinig grondgebonden biologische pluimveehouderij binnen de Vlaamse biologische sector faciliteren. Het stelt daartoe de verwerking van biologische kippenmest via composteringstechnieken op punt. Ook andere technieken worden in beschouwing genomen, en er wordt gekeken naar mogelijkheden zowel op het individuele bedrijf als via centrale bewerking.

Bij deze technieken wordt gestreefd naar een kwaliteitsproduct dat zijn afzet kan vinden in de biologische tuin- en akkerbouw, zowel omwille van zijn bodemverbeterende als van zijn plantenvoedende eigenschappen.

Het project wil ook het gebruik van stromest van herkauwers (runderen en geiten) in de akker- en tuinbouw optimaliseren via een gepaste behandeling van de ruwe mest.

1.2 Praktijkgericht onderzoek: bemesting

Het project bestaat uit een deskstudie en een gedeelte praktijkgericht onderzoek.

De deskstudie (Reubens & Willekens 2012) beschouwt de beschikbaarheid, de herkomst, de verhandeling en de aanwending van de verschillende mesttypes op de biologische landbouwbedrijven.

Het praktijkgerichte onderzoek betreft zowel de behandeling van de mest in een aantal composteringsproeven als de toepassing van de mest in een bemestingsproef voor de groenteteelt in de volle grond.

Dit alles wordt scherp gesteld in relatie tot de bedrijfsvoering en een evoluerende wetgeving.

In voorliggend rapport worden de resultaten van de bemestingsproef voorgesteld. De resultaten van de composteringsproeven en de deskstudie worden eveneens in afzonderlijke deelrapporten gepresenteerd (Reubens et al. 2012a; Reubens & Willekens 2012). Voor de integratie van alle projectresultaten wordt verwezen naar het eindrapport (Reubens et al. 2012b).

De deskstudie in het kader van dit project toont aan dat nog vaak mest uit gangbare landbouw wordt ingezet op biologische akkerbouw- en groentebedrijven. Anderzijds hebben biologische kippenhouders moeite om hun kippenmest op biologische percelen in Vlaanderen af te zetten. Kippenmest heeft immers een hoog fosfaatgehalte in verhouding tot het stikstofgehalte waardoor deze mest binnen de huidige MAP4-regelgeving slechts beperkt kan worden ingezet.

In de composteringsproeven werden met kippen- en geitenstalmest een aantal producten ontwikkeld die mogelijk een beter inzetbare meststof, zowel bodemverbeterend als voldoende plantenvoedend, vormen. Naast compostering op ril, werden diverse alternatieve technieken uitgetest, waaronder het aanbrengen van groencompost in de scharrelruimte van een kippenstal (verder 'scharrelcompost')

genoemd) en het eenvoudig opmengen van kippenmest met groencompost. Deze composteringsproeven toonden aan dat compostering van dierlijke mest (met of zonder bijmenging van plantaardige reststromen) effectief kansen biedt om chemisch, fysisch en biologisch waardevolle kwaliteitsproducten te bekomen.

Binnen de bemestingsproef besproken in voorliggend rapport werd vervolgens onderzocht of de bekomen producten ook voldoen als basisbemesting bij biologische prei.

2. Proefopzet

2.1 Proefobjecten

Vershillende varianten van kippenmest en geitenstalmest werden met elkaar vergeleken (Tab. 1). Het betreft verse kippenmest, twee verschillende kippenmestcomposten (compostering van kippenmest met houtig materiaal, tarwestro en vers grasmaaisel), een mengsel van groencompost met kippenmest, een groencompost die gedurende enkele maanden in de scharrelruimte van kippen had gelegen als strooisellaag ('scharrelcompost') en een kippenmestkorrel. Geitenstalmest (mengsel van geitenmest en stro) werd in verse vorm en in deels verteerde vorm (door omzetting) toegediend. Tenslotte werd ingezet op een alternatieve plantaardige bemestingsvorm die 'maaimeststof' wordt genoemd. Dit houdt in dat een snede grasklaver op een ander perceel geogst en gehakseld werd en als bemesting werd toegediend op het proefperceel.

Tabel 1: Overzicht van de verschillende toegediende bemestingsvormen, de gemeten N- en P₂O₅-inhoud in kg ton⁻¹ vers product en berekende C/N, C/P en N/P verhoudingen

	Bemestingsobject	Toegediend	N _{tot}	P ₂ O ₅	C/N	C/P	N/P
		ton ha ⁻¹	kg ton ⁻¹ VM	kg ton ⁻¹ VM			
1	Verse kippenmest	4,8	26,1	22,2	9	24	2,7
2	Kippenmestcompost 2010*	18,3	5,4	7,1	21	36	1,7
3	Kippenmestcompost 2011*	8,5	9,2	10,4	17	34	2,0
4	Verse kippenmest + groencompost*	8,6	8,0	10,0	10	19	1,8
5	Scharrelcompost*	14,1	17,4	10,9	12	43	3,6
6	Kippenmestkorrel	3,1	38,3	20,9	9	38	4,2
7	Ruwe geitenstalmest	26,1	6,9	3,8	13	56	4,2
8	Omgezette geitenstalmest	24,5	7,5	4,6	13	47	3,7
9	Maaimeststof	15,5	5,1	2,0	30	173	5,7
10	Onbemest	-	-	-	-	-	-

*kippenmestcompost 2010 = kippenmestcompost B; kippenmestcompost 2011 = kippenmestcompost E; verse kippenmestcompost + groencompost = stockage; scharrelcompost = compost Taemhoeve in Deelrapport Behandeling van biologische dierlijke mest door compostering: resultaat van praktijkproeven (Reubens et al., 2012a).

2.2 Bemestingsdoses

De bemesting werd voor de verschillende objecten gelijkgesteld op een fosfaatgift van 110 kg ha⁻¹. Dit stemt overeen met het dubbele van de scherpste MAP4-fosfaatnorm in 2015 nl. 55 kg ha⁻¹. De fosfaatbemesting wordt binnen de mestwetgeving op rotatieniveau berekend. In de teeltrotatie zijn ook wortelen opgenomen die niet bemest worden waardoor een dubbele gift theoretisch mogelijk is.

Op het moment van de bemesting werden de verschillende bemestingsproducten bemonsterd voor analyse. De daarbij vastgestelde fosfaatinhoud week voor een aantal producten matig (10-25%, producten 2, 3 en 4) tot sterk (> 25%, producten 5, 6 en 9) af van de aangegeven of op basis van eerdere analyses ingeschatte fosfaatinhoud. Hierdoor lagen de reëel toegediende hoeveelheden fosfaat

lager of hoger dan de vooropgestelde 110 kg ha⁻¹ (Tab. 2). Het object met scharrelcompost en het object met kippenmestcompost 2010 hadden een hoger fosforgehalte dan vooraf ingeschat. De kippenmestkorrels bleken daarentegen lager in fosfor dan aangegeven, en ook kippenmestcompost 2011 en verse kippenmest + groencompost hadden een lagere fosforinhoud dan ingeschat. De toegediende maaimeststof vormde op moment van maaien reeds een stengelig gewas waardoor deze een duidelijk lager nutriëntengehalte had dan vooraf ingeschat.

De afstemming op het niveau van fosfaat maakt bovendien dat er voor de verschillende objecten verschillende hoeveelheden totale stikstof werden toegediend. Ook voor stikstof blijkt dat het object met scharrelcompost beduidend meer toegediend kreeg dan de overige objecten (245 kg N_{tot} ha⁻¹).

Om het effect van de basisbemesting duidelijk in beeld te krijgen, werd er niet bijbemest tijdens de teelt.

Tabel 2: Overzicht van de proefobjecten in de bemestingsproef prei – Beitem 2011

Bemestingsobject	Nutriënteninhoud mest				Toegediende bemesting				
	Ntot	Nmin	Norg	P ₂ O ₅	Nmin	Norg	Ntot	P ₂ O ₅	
	kg ton ⁻¹ VM	%	%	kg ton ⁻¹ VM					kg ha ⁻¹
1 Verse kippenmest	26,1	18	82	22,2	4,8	22	103	125	107
2 Kippenmestcompost 2010	5,4	1	99	7,1	18,3	1	97	99	130
3 Kippenmestcompost 2011	9,2	3	97	10,4	8,5	2	76	79	88
4 Verse kippenmest + groencompost	8,0	26	74	10,0	8,6	18	51	69	86
5 Scharrelcompost	17,4	12	88	10,9	14,1	29	215	245	154
6 Kippenmestkorrel	38,3	49	51	20,9	3,1	58	61	119	65
7 Ruwe geitenstalmest	6,9	17	83	3,8	26,1	31	150	181	99
8 Omgezette geitenstalmest	7,5	1	99	4,6	24,5	2	182	184	112
9 Maaimeststof	5,1	3	97	2,0	15,5	2	76	79	31
10 Onbemest	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ntot = N totaal, Nmin = minerale N en Norg = organische N

3. Proeftechnische gegevens

3.1 Het proefterrein

Proefbedrijf Inagro Afdeling biologische productie, Gabriëlstraat 11, 8800 Rumbeke – Beitem.



3.2 Het proefplan

De proef bestaat uit 10 objecten of behandelingen en werd aangelegd als een blokkenproef met 4 herhalingen. De bruto-oppervlakte van elke plot bedraagt 62 m². In 4 rijen werden er planten over een lengte van 1 m geoogst voor bepaling van de stikstofopname (gehele plant), zes weken na planten. De waarnemingen en opbrengstbepaling bij oogst gebeurden op een oppervlakte van 11,2 m² (4 rijen van 4 m).

Het ontwerp van het proefplan is weergegeven in figuur 1. Het eerste cijfer verwijst naar het betreffende blok en de laatste twee cijfers verwijzen naar het betreffende objectnummer.

	4.08	4.10	4.03	4.04
	4.06	4.05	4.09	4.01
	3.04	3.06	4.02	4.07
	3.09	3.07	3.10	3.03
	3.05	3.02	3.01	3.08
	2.07	2.03	2.04	2.05
	2.10	2.01	2.06	2.09
	1.03	1.04	2.08	2.02
	1.02	1.09	1.07	1.10
	1.01	1.08	1.05	1.06
			5,6m	

110m

11m

Figuur 1: Proefplan van de bemestingsproef in prei – Beitem 2011

3.3 De teeltverzorging

Alle werkzaamheden met betrekking tot de aanleg, het planten en oogsten van de proef gebeurden door het personeel van Inagro vzw. De uitgevoerde waarnemingen en staalnames gebeurden door het personeel van Inagro vzw en ILVO - Plant. De bedrijfsleider stond in voor het onderhoud van het proefperceel en het oogsten. Dit gebeurde volgens de goede landbouwpraktijk en conform het lastenboek voor biologische teelt.

3.4 Proefveldgegevens

Tabel 3 geeft een overzicht van de uitgevoerde veldwerkzaamheden met betrekking tot de teelt van prei op het proefperceel.

Tabel 3: Teeltgegevens met betrekking tot het proefperceel

Textuur	Zandleem
Voorvrucht	Veldbonen + groenbedekker: Japanse haver
Bemesting	Zie proefplan, 9 en 10/06/2011
Ploegen	13/06/2011
Ponsen	14/06/2011
Planten	15/06/2011
Oogst	26/10/2011
Ras	Antiope

In tabel 4 worden de resultaten weergegeven van de standaardanalyse uitgevoerd door ILVO. Het totale organische koolstofgehalte (TOC) en totale stikstofgehalte (N_{tot}) werden bepaald via een methode van droge verbranding van ovengedroogde bodemstalen. De gehalten aan voedingselementen betreffen een met ammoniumlactaat geëxtraheerde fractie. Uit de meetgegevens blijkt dat er een zekere gradiënt in het perceel zit waarbij in blok 1 en 2 duidelijk hogere waarden worden waargenomen dan in blok 4 voor TOC, zuurtegraad (pH-KCl), magnesium en calcium. Blok 3 heeft intermediaire gehalten. Afgaande op de extraheerbare fractie is de fosfortoestand van het perceel hoog.

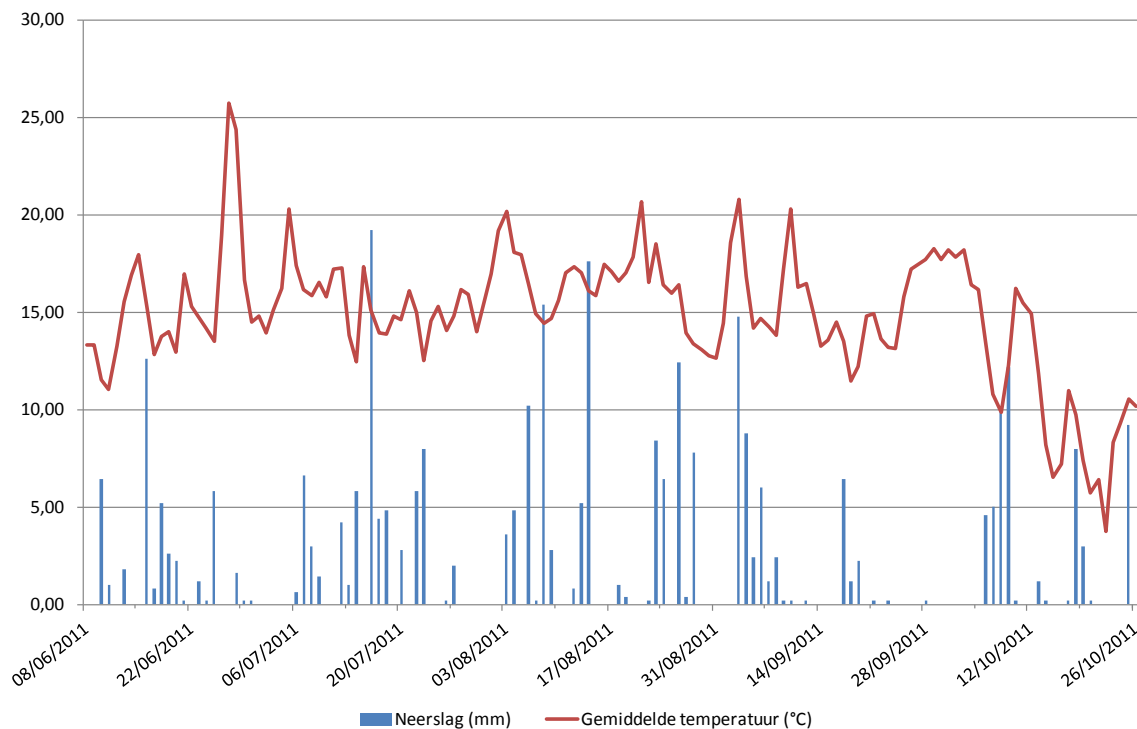
Tabel 4: Standaardanalyse uitgevoerd op een mengstaal per blok

Bepaling	Eenheid	Blok 1	Blok 2	Blok 3	Blok 4
pH-KCl	-	6,1	6,1	5,8	5,7
TOC	%/DS	1,1	1,1	1,1	1,0
N_{tot}	%/DS	0,12	0,11	0,10	0,10
Ijzer (Fe)	mg/100g DS	82,9	77,7	89,2	71,3
Kalium (K)	mg/100g DS	19,3	23,4	24,4	24,7
Magnesium (Mg)	mg/100g DS	20,0	19,9	17,4	14,6
Calcium (Ca)	mg/100g DS	139,9	131,2	114,6	97,7
Mangaan (Mn)	mg/100g DS	8,2	8,4	7,8	7,2
Natrium (Na)	mg/100g DS	<1,9	<1,9	2,2	<1,9
Fosfor (P)	mg/100g DS	25,6	26,4	28,1	23,3

3.5 Weersgegevens

Onderstaande grafiek (Fig. 2) geeft een overzicht van de gemiddelde neerslag (mm) en gemiddelde dagtemperatuur ($^{\circ}\text{C}$) die werden waargenomen gedurende de volledige proefperiode.

De prei werd bemest begin juni onder vrij droge en warme omstandigheden. Ook na planten op 15 juni bleef het nog een maand droog en warm. Vanaf de tweede helft van juli tot eind augustus was er meer neerslag. September en oktober waren opnieuw droog en relatief warm.



Figuur 2: Gemiddelde neerslag (mm) en temperatuur (°C) in de periode tussen bemesten en oogsten van de prei (weerstation KMI Beitem)

4. Waarnemingen en beoordelingen

4.1 Uitgangsmateriaal

Van alle bemestingsvormen waarmee de verschillende objecten bemest werden, werd een staal genomen op moment van bemesting voor standaard mestanalyse. Daarnaast werd ook een biologische karakterisering uitgevoerd in drie herhalingen van de twee soorten kippenmestcompost, de verse kippenmest met groencompost en de scharrelcompost. Deze analyses werden uitgevoerd door UGent, Vakgroep Bodembeheer. Het ruwere materiaal zoals geitenstalmest kwam niet in aanmerking voor de biologische karakterisering omdat er tot op heden geen ervaring is met de staalvoorbereiding van dergelijk materiaal en er geen referentie bestaat wat betreft het analyseresultaat.

4.2 Bodemanalyses

4.2.1 Stikstofbeschikbaarheid in de bodem

De beschikbaarheid van stikstof werd gemeten aan de hand van bodemanalyses op verschillende tijdstippen tijdens de proef. Tabel 5 geeft een overzicht van de verschillende bodemanalyses die werden uitgevoerd. Naar de vier tijdstippen van staalname ter bepaling van de minerale stikstofvoorraad wordt gerefereerd met s_1 , s_2 , s_3 en s_4 .

Tabel 5: Overzicht van de verschillende bodemanalyses

Analyse	Tijdstip	Bodemlaag	Aantal
Standaard bodemontleding	vóór bemesting	0-30 cm	per blok
N _{min} : NO ₃ ⁻ en NH ₄ ⁺	s ₁ : vóór bemesting (08/06/11)	0-30 cm, 30-60 cm	per plot
	s ₂ : 7 weken na planten (26/07/11)	0-30 cm, 30-60 cm	per plot
	s ₃ : 11 weken na planten (25/08/11)	0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm	per plot
	s ₄ : bij oogst prei (26/10/11)	0-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm	per plot

4.2.2 Incubatieproeven

Per plot werd met de 0-23 cm bodemlaag, bemonsterd 6 weken na planten, een incubatietest uitgevoerd in het laboratorium. De grond werd in buisjes op standaard droge bulkdensiteit ($1,4 \text{ g cm}^{-3}$) en standaard vochtgehalte (50% water gevuld poriënvolume) gebracht. Voor elke plot werd een extra buisje bereid met toevoeging van Monterra Nitrogen 13 50/50, een stikstofhoudende organische meststof bestaande uit 50% haarmeel en 50% verenmeel (NPK 13-0-0,5), aan 0,1 g per buisje. Dit kwam neer op 46 mg N kg^{-1} droge grond of - op oppervlaktebasis - 77 kg N ha^{-1} . De buisjes werden afgedekt met parafilm en gedurende 3 weken in een klimaatkast gehouden bij 15 °C en 70% R.V. Vóór en na incubatie werden het minerale stikstofgehalte (NO₃⁻-N + NH₄⁺-N) en een mobiele, gemakkelijk voor de plant opneembare fosforfractie (P-CaCl₂) bepaald. Hiermee werd de stikstofvrijstelling uit de bodem en de bijkomende stikstofvrijstelling uit de organische bemesting bepaald. Ook werd onderzocht of tijdens de incubatie de P-opneembaarheid toenam.

4.3 Bepalingen op plantmateriaal

Naast de minerale stikstofbepaling in de bodem werden ook nitraatgehalte in het plantsap en stikstofinhoud van het blad en de gehele plant bepaald. Beide metingen werden uitgevoerd zowel 6 weken na planten als bij de oogst, gelijklopend met de respectievelijke bodemanalyses (s₂ en s₄).

De plantsapmeting gebeurde op het jongst volwassen blad en werd op twee manieren uitgevoerd: een snelle veldmeting met een Horiba twin NO₃⁻ meter en een bepaling in het laboratorium van ILVO-Plant-Teelt en Omgeving via ionenchromatografie.

Voor de bepaling van de stikstofinhoud van de gehele plant werd na zes weken 4 m prei per plot geoogst. Bij oogst op het eind van de teelt werd opnieuw een staal genomen van de geoogste prei. Om praktische redenen kon geen staal genomen worden van de als gehele plant geoogste prei per plot maar enkel van de gekuiste ('marktbaar') prei. Dit is prei die is ontdaan van het buitenste blad en de bladtoppen. Om de stikstofinhoud van de gehele plant en totale stikstofopbrengst te kunnen bepalen werd in vier herhalingen een staal genomen van vijf volledige preiplanten en vijf gekuiste preiplanten, waarmee de verhouding qua vers gewicht en stikstofgehalte van gehele planten versus marktbaar planten bepaald werd.

4.4 Waarnemingen in de teelt

Tijdens het seizoen werden de gewasstand en de ziektedruk opgevolgd. Bij de oogst werden de opbrengst, de sortering en de kwaliteit van de geoogste prei bepaald.

4.5 De gegevensverwerking

De veld- en oogstgegevens werden statistisch verwerkt via variantieanalyse en significante verschillen tussen de gemiddelden werden berekend met de Bonferroni en de Dunnett test (uiterst significant (U.S.): $p < 0,001$; zeer significant (Z.S.): $p < 0,01$ en significant (S.): $p < 0,05$). Correlaties werden bepaald op basis van objectgemiddelde waarden.

5. Resultaten en bespreking

5.1 Teeltverloop

De voortelt op het perceel was zomerveldboon gevolgd door Japanse haver als groenbedekker. De bemesting gebeurde in de eerste helft van juni 2011 onder droge en warme omstandigheden. Dit bleef nog zo tot begin juli waardoor de mest die werd ondergewerkt niet direct kon beginnen mineraliseren. Het gras dat gemaaid werd als maaimeststof was reeds doorgesloten en daarmee erg vezelig met weinig jonge groene massa. De prei werd geplant op 15 juni. Om het effect van de basisbemesting duidelijk in beeld te krijgen, werd niet bijbemest tijdens de teelt.

5.2 Stikstofbeschikbaarheid in de bodem

Het Duitse 'Kulturbegleitenden Nmin Sollwerte (KNS)-system' is een adviessysteem dat richtwaarden gebruikt om een advies op te stellen voor stikstofbijbemesting. De richtwaarden zijn gebaseerd op de stikstofopnamecurve van het gewas en de gewenste minerale stikstofvoorraad in de bodem. De in deze proef doorheen het teeltseizoen bepaalde stikstofbeschikbaarheid werd geëvalueerd in het kader van het KNS-adviesstelsel.

Het minerale stikstofgehalte in de 0-30 cm bodemlaag lag bij de eerste staalname (s_1) vóór de aanvang van de teelt en vóór de bemesting gemiddeld op $33 \text{ kg Nmin ha}^{-1}$, wat 17,5% lager is dan de volgens het KNS-systeem voorgestelde minimumvoorraad van $40 \text{ kg Nmin ha}^{-1}$. Van 0-60 cm diepte bevatte de bodem gemiddeld $49 \text{ kg Nmin ha}^{-1}$.

Zowel de verse kippenmest als de kippenmestkorrel gaven bij de tweede staalname (s_2), zeven weken na planten, de hoogste stikstofbeschikbaarheid (ca $230 \text{ kg Nmin ha}^{-1}$ 0-60cm) in de bodem (Fig. 3, Tab. 6). Ook de 'scharrelcompost' haalde een hogere stikstofbeschikbaarheid ($192 \text{ kg Nmin ha}^{-1}$ 0-60cm). Het minerale stikstofgehalte was voor deze drie objecten significant hoger dan voor het onbemeste object (Anova, Dunnett, $p < 0,05$). De overige bemestingsvarianten toonden eenzelfde grootteorde stikstofbeschikbaarheid als het onbemeste object ($100 \text{ à } 150 \text{ kg Nmin ha}^{-1}$ 0-60cm). De KNS-richtwaarde waarop een advies voor stikstofbijbemesting gebaseerd wordt, is 7 weken na planten 241 kg N ha^{-1} 0-60 cm zonder de komende stikstofmineralisatie in rekening te brengen. De op grond van KNS nog verwachte stikstofmineralisatie ligt evenwel laag. De richtwaarde die rekening houdt met die stikstofmineralisatie zou resulteren in een advies van ca 35 kg N ha^{-1} voor het object met scharrelcompost en gemiddeld 105 kg N ha^{-1} voor de objecten met een lagere stikstofbeschikbaarheid, inclusief het onbemeste.

Bij de derde staalname (s_3), 11 weken na planten, bleef de stikstofbeschikbaarheid het hoogst bij de verse kippenmest en de kippenmestkorrel (ca $170 \text{ kg Nmin ha}^{-1}$ 0-60cm) en werden deze objecten direct gevolgd door de scharrelcompost ($136 \text{ kg Nmin ha}^{-1}$ 0-60cm). Die cijfers situeren zich boven de KNS richtwaarde die op 121 kg N ha^{-1} 0-60 cm ligt, zonder dat de te verwachten mineralisatie in rekening gebracht is. Voor de overige objecten is het minerale stikstofgehalte van 0-60 cm gemiddeld $96 \text{ kg Nmin ha}^{-1}$. Het onbemeste object scoort het laagst. KNS rekent met een te verwachten mineralisatie voor week 12 t/m week 16 van minder dan 10 kg ha^{-1} . Uitgaande daarvan zou voor het merendeel van de overige objecten volgens KNS nog beslist worden een hoeveelheid stikstof bij te bemesten.

Opvallend is dat bij de tweede staalname het object met scharrelcompost nog een bijbemesting behoeft terwijl bij de derde staalname de stikstofbeschikbaarheid toereikend zou zijn, en dit zonder dat er bijbemest werd. Dit wijst erop dat de stikstofmineralisatie hoger lag dan de volgens het KNS-systeem veronderstelde mineralisatie en/ of dat de stikstofopname lager uitviel dan wat het KNS-systeem aanneemt. De gemiddelde opname na 7 weken (s_2) voor de objecten van de proef (Tab. 9) was minder dan de helft van de door het KNS-systeem veronderstelde opname van 39 kg N ha^{-1} . Op grond van de stikstofbalansen (zie paragraaf 5.3) is de door het KNS-systeem veronderstelde stikstofmineralisatie 3 keer lager dan de mineralisatie in dit proefperceel. Het KNS-systeem rekent de eerste zes weken aan een mineralisatie van $0,55 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$. De stikstofbalans $s_1.s_2$ geeft een mineralisatie aan van $1,7 \text{ kg}$

$\text{N ha}^{-1} \text{dag}^{-1}$. In de periode na zes weken rekent het KNS-systeem met een mineralisatie van $1,4 \text{ kg N ha}^{-1} \text{wk}^{-1}$, wat tevens 3 keer lager is dan de via de stikstofbalans s_2-s_4 berekende stikstofvrijstelling van $4,2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{wk}^{-1}$ of $0,6 \text{ kg N ha}^{-1} \text{dag}^{-1}$.

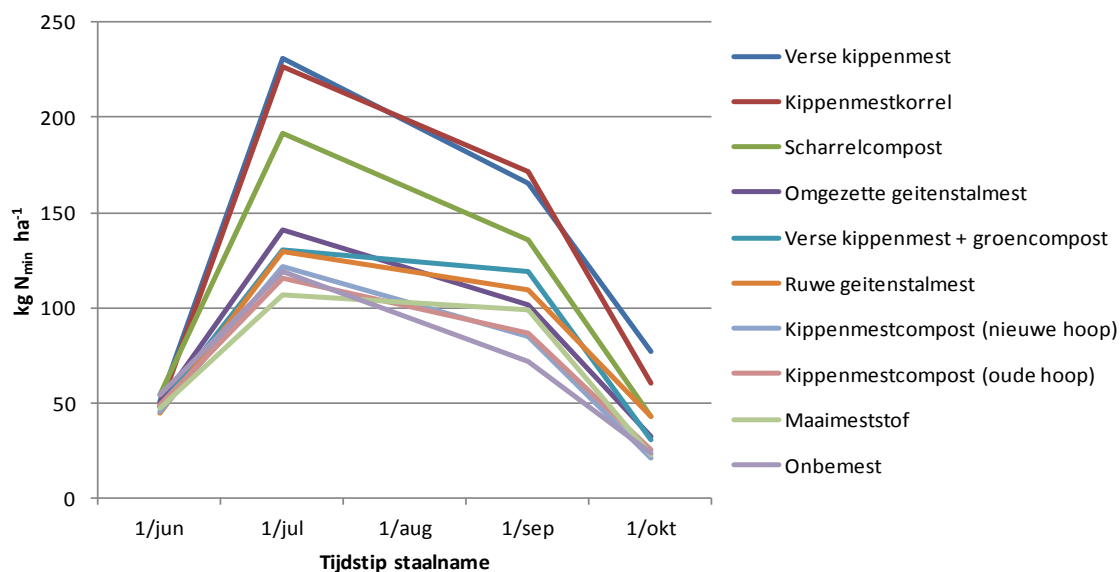
Bij de derde en ook bij de vierde staalname is er qua stikstofbeschikbaarheid ($\text{kg N}_{\text{min}} \text{ha}^{-1} 0-60 \text{ cm}$) enkel nog een significant verschil tussen de objecten verse kippenmest en kippenmestkorrel en het onbemeste object (Anova, Dunnett, $p < 0,05$).

Tabel 6: Gehalte minerale stikstof ($\text{N}_{\text{min}} = \text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NH}_4^+ \text{-N}$) in de bodem (0-90 cm) voor de verschillende bemestingsvarianten op de vier tijdstippen van staalname

Bemestingsobject	kg $\text{N}_{\text{min}} \text{ha}^{-1}$ 08/06/11 (s_1)			kg $\text{N}_{\text{min}} \text{ha}^{-1}$ 26/07/11 (s_2)			kg $\text{N}_{\text{min}} \text{ha}^{-1}$ 25/08/11 (s_3)			kg $\text{N}_{\text{min}} \text{ha}^{-1}$ 26/10/11 (s_4)		
	0-30 cm	0-60 cm	0-90 cm	0-30 cm	0-60 cm	0-90 cm	0-30 cm	0-60 cm	0-90 cm	0-30 cm	0-60 cm	0-90 cm
1 Verse kippenmest	32	51		117	231		68	166	186	27	77	99
2 Kippenmestcompost 2010	33	49		63	115		36	86	99	10	25	36
3 Kippenmestcompost 2011	28	46		62	121		39	85	98	8	21	33
4 Verse kippenmest + groencompost	34	48		69	130		47	119	137	12	31	44
5 Scharrelcompost	37	54		97	192		49	136	154	16	43	61
6 Kippenmestkorrel	31	48		118	227		67	172	192	23	60	81
7 Ruwe geitenstalmest	30	45		69	130		44	109	124	13	43	59
8 Omgezette geitenstalmest	34	50		76	141		40	101	115	12	32	45
9 Maaimeststof	33	47		60	106		48	99	110	9	23	33
10 Onbemest	36	54		63	119		32	72	83	11	24	36

N_{min} 0-60 cm waarden die vetgedrukt staan, zijn significant verschillend met de waarde voor het onbemeste object (Dunnett, $p < 0,05$)

Het restnitraat (0-90 cm, s_4) is het hoogst voor de objecten met verse kippenmest of kippenmestkorrel maar overschrijdt enkel voor het object met verse kippenmest de norm van 90 kg N ha^{-1} . Voor de overige objecten situeert het gemeten nitraatresidu zich tussen de 33 en 61 kg N ha^{-1} .



Figuur 3: Verloop minerale stikstof ($\text{NO}_3^- \text{-N} + \text{NH}_4^+ \text{-N}$) in de bodem (0 – 60 cm) voor de verschillende bemestingsvarianten

De gemeten stikstofcijfers zijn de resultante van de netto beschikbaar gestelde stikstof uit mest en bodem enerzijds en van de door het gewas opgenomen stikstof anderzijds. Uit het verloop van de lijnen in de grafiek (Figuur 3) is duidelijk dat met de toepassing van verse kippenmest en kippenmestkorrel de stikstofbeschikbaarheid snel piekt. De gecomposteerde kippenmest en de geitenmest hebben een gelijkmatiger stikstofvrijstelling over het seizoen. Er werden sterk significante positieve correlaties waargenomen tussen de stikstofbeschikbaarheid ($\text{N}_{\text{min}} 0-60 \text{ cm}$) op de verschillende momenten van staalname s_2 , s_3 en s_4 (s_2-s_3 $R = 0,93$, $p < 0,001$; s_2-s_4 $R = 0,92$, $p < 0,001$; s_3-s_4 $R = 0,91$, $p < 0,001$). Bemestingsvormen staan qua stikstofbeschikbaarheid gelijk gerangschikt doorheen het teeltseizoen.

5.3 Stikstofbalansen

Balansen van beschikbare stikstof werden opgesteld. Het betrof twee deelbalansen voor de periodes s_1-s_2 en s_2-s_4 en een globale balans voor de periode s_1-s_4 . Beschikbare stikstof is de in de bodem aanwezige minerale stikstof (kg Nmin ha^{-1} 0-60 cm), de minerale stikstof die met de bemesting op het moment van toepassing aangebracht wordt en de reeds door het gewas opgenomen stikstof. Voor de organische mestvormen wordt bij het opstellen van de stikstofbalans enkel de minerale stikstof in rekening gebracht. De door het gewas opgenomen stikstof op s_2 en s_4 werd bepaald via de gewasopbrengst (gehele plant) en op basis van droge stof- en stikstofgehalten. Op s_2 werden 4 m gehele planten geoogst en na uitspoelen van grond vers gewogen. Op s_4 werd de prei geoogst, gepeld en geschoond ter bepaling van de marktbaar opbrengst. De gehele plant- en totale stikstofopbrengst (N-opname s_4) werd vervolgens op indirecte wijze bepaald.

Tabel 7: Overzicht van de factoren die in rekening werden gebracht ter bepaling van de verschillende stikstofbalansen

	N-balans s_1-s_2	N-balans s_2-s_4	N-balans s_1-s_4
initieel beschikbare N	Nmin 0-60 cm s_1 Nmin via basisbemesting	Nmin 0-60 cm s_2	Nmin 0-60 cm s_1 Nmin via basisbemesting
finaal beschikbare N	Nmin 0-60 cm s_2 N-opname s_2	Nmin 0-60 cm s_4 N-opname s_4 - N-opname s_2	Nmin 0-60 cm s_4 N-opname s_4

Het balansresultaat is het verschil tussen de finaal en initieel beschikbare stikstof. Het **balansresultaat** stelt de **schijnbare stikstofvrijstelling voor uit de bodem organische stof en de organische stoffractie van de bemesting**. Aangenomen dat er geen stikstofuitspoeling optrad, is het verschil tussen de finaal en initieel beschikbare stikstof een hoeveelheid stikstof die door mineralisatie beschikbaar kwam in de beschouwde periode. Aangezien naast mineralisatie ook immobilisatie van stikstof optreedt, gaat het over de schijnbare stikstofvrijstelling of het netto-resultaat van beide processen. Op basis van ANOVA, Dunnett (onbemeste object is de referentie, $p < 0.05$) blijkt dat de resultaten van de N-balans s_1-s_2 voor de objecten bemest met verse kippenmest (1) en kippenmestkorrel (6) significant hoger zijn dan het resultaat van de N-balans s_1-s_2 voor het onbemeste object.

Bij het onbemeste object (de blanco) stelt het balansresultaat de schijnbare stikstofvrijstelling uit de bodem organische stof voor. De stikstofvrijstelling uit de bodem organische stof bij de bemeste behandelingen wordt verondersteld gelijk te zijn aan de stikstofvrijstelling uit de bodem organische stof bij het onbemeste object. **Het verschil tussen de stikstofbalans van een bemest object en die van het onbemeste object is dan de schijnbare stikstofvrijstelling uit de organische stoffractie van de betreffende bemesting**. In tabel 8 worden de resultaten voorgesteld van de eerste deelbalans (s_1-s_2) en van de op basis daarvan berekende schijnbare stikstofvrijstelling uit de organische stoffractie van de bemesting in de periode $s_1 - s_2$.

Tabel 8: Balansresultaat s_1 - s_2 en schijnbare stikstofvrijstelling uit de organische stoffractie van de bemesting

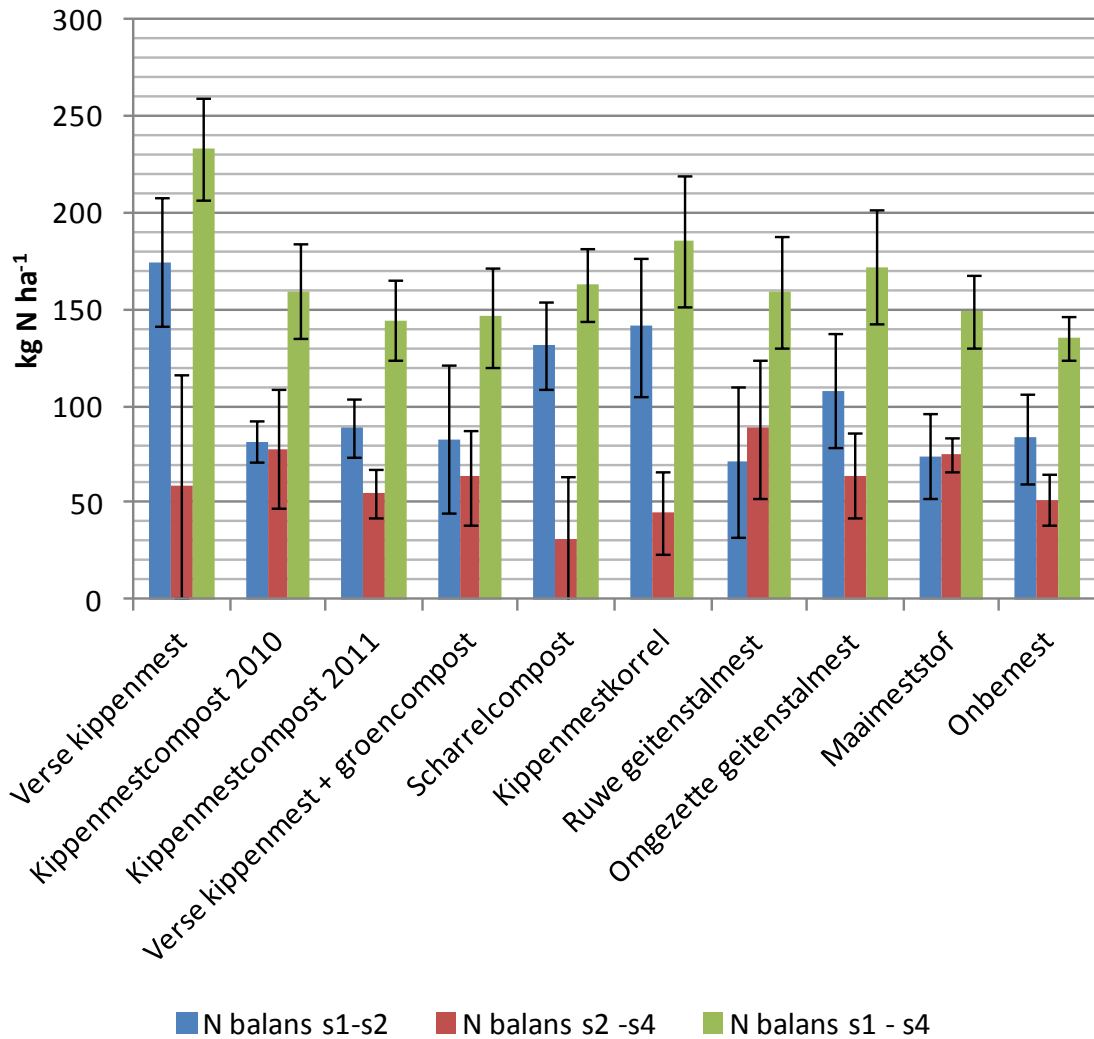
Bemestingsobject	Nbalans s_1 - s_2 kg ha ⁻¹	N-vrijst uit Norg (mest)* kg ha ⁻¹	N-input via mest			N-vrijst uit Norg (mest) %
			Nmin	Norg	Ntot	
			kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	
1 Verse kippenmest	175	91	22	103	125	89
6 Kippenmestkorrel	141	58	58	61	119	95
5 Scharrelcompost	132	48	29	215	245	22
8 Omgezette geitenstalmest	108	24	2	182	184	13
3 Kippenmestcompost 2011	89	5	2	76	79	7
10 Onbemest	83	0	0	0	0	0
4 Verse kippenmest + groencompost	83	-1	18	51	69	-1
2 Kippenmestcompost 2010	82	-2	1	97	99	-2
9 Maaimeststof	74	-9	2	76	79	-12
7 Ruwe geitenstalmest	71	-12	31	150	181	-8

* Schijnbare N-vrijstelling uit organische stoffractie van bemesting: N-balans s_1 - s_2 object x - N-balans s_1 - s_2 onbemest

De berekende schijnbare stikstofvrijstelling uit de organische stoffractie van de toegepaste verse kippenmest en kippenmestkorrel, resp. 91 kg ha⁻¹ en 58 kg ha⁻¹ benadert de totale organische stikstofinput via de bemesting, resp. 103 kg ha⁻¹ en 61 kg ha⁻¹. Dit zou betekenen dat deze kippenmestproducten een stikstofwerking van de organische stikstoffractie kenden van resp. 89 en 95 % en dit binnen een periode van 48 dagen, hetgeen neerkomt op een werking van de totale hoeveelheid toegepaste stikstof van resp. 91 en 97 %. Bij beschouwing van de stikstofwerking van de organische fractie van dierlijke mest wordt uitgegaan van een opdeling in eerstejaarswerking (Ne) en nawerking (Nr). Voor kippenmest wordt aangenomen dat de verhouding Ne:Nr 2:1 bedraagt (van Dijk et al., 2004). Dit komt erop neer dat één derde van de organische stikstofinput niet beschikbaar komt tijdens het eerste jaar na toediening. De werking van stikstof vervat in het urinezuur (deel van de organische stikstoffractie) in de kippenmest wordt verondersteld gelijk te zijn aan de werking van de minerale N in de mest (i.e. 100%). Cijfers voor de stikstofwerkingscoëfficiënt (NWC; i.e. stikstofwerking tijdens het eerste jaar na toediening als percentage van de totale hoeveelheid toegepaste stikstof) die zich baseren op het aandeel urinezuur-N in de organische stikstoffractie variëren naargelang dat aandeel van 41 tot 83%, nog afhankelijk van het type kippenmest en de geraamde werking van het niet-urinezuurdeel. Het lijkt er dus sterk op dat de hier berekende stikstofwerking voor de zuivere kippenmestproducten een overschatting is en dat beide mestvormen aanleiding gaven tot bijkomende vrijstelling van stikstof uit de bodem organische stof. Dit effect heet **priming** en wordt veroorzaakt door een **stimulering van de microbiële afbraakactiviteit door de hoge input van minerale stikstof (en andere nutriënten) via de betreffende bemesting**.

Qua stikstofbalans $s_1 - s_2$ is er noch voor het object met ruwe, noch voor het object met omgezette geitenstalmest een significant verschil gevonden met het onbemeste object (ANOVA, Dunnett (onbemeste object is de referentie), $p < 0.05$). Een vergelijking van beide producten qua stikstofvrijstelling uitgaande van hun organische stoffractie lijkt aan te geven dat enkel van de omgezette geitenstalmest een zekere stikstofwerking uitgaat.

Uitgaande van het onbemeste object bedraagt de schijnbare stikstofvrijstelling $s_1 - s_2$ uit de bodem organische stof, in de periode tussen de eerste en de tweede staalname (48 dagen), gemiddeld 1,7 kg N ha⁻¹ dag⁻¹.



Figuur 4: N-balansen s_1-s_2 en s_2-s_4 en algehele N-balans s_1-s_4 voor de verschillende bemestingsobjecten (foutenvlaggen = standaardafwijking)

Er blijken geen significante verschillen te zijn qua schijnbare stikstofvrijstelling in de periode $s_2 - s_4$ (N-balans $s_2 - s_4$) tussen het onbemeste object en één van de bemeste objecten of tussen de bemeste objecten onderling (ANOVA, $p < 0,05$).

Uitgaande van het onbemeste object bedraagt de **schijnbare stikstofvrijstelling $s_2 - s_4$ uit de bodem** organische stof, in de periode tussen de tweede en de vierde staalname (92 dagen) gemiddeld $0,6 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$.

De lagere schijnbare stikstofvrijstelling in de periode s_2-s_4 (N-balans s_2-s_4) bij de zuivere kippenmestproducten in combinatie met een hogere stikstofopname door het gewas verklaart de meer uitgesproken daling van minerale stikstof in het profiel (0-60 cm) voor de objecten die pieken in minerale stikstof op s_2 (Figuur 3).

Op basis van ANOVA, Dunnett (onbemeste object is de referentie, $p < 0.05$) blijkt dat de resultaten van de N-balans s_1-s_4 (globale schijnbare stikstofvrijstelling in de periode $s_1 - s_4$) voor de objecten bemest met verse kippenmest (1) en kippenmestkorrel (6) significant hoger zijn dan het resultaat van de N-balans s_1-s_4 voor het onbemeste object. De gemiddelde waarde voor het onbemeste object is nu wel lager dan het gemiddelde van elk ander object. Uitgaande van het onbemeste object bedraagt de globale schijnbare stikstofvrijstelling uit de bodem organische stof in de periode $s_1 - s_4$, dus over de ganse teeltperiode, gemiddeld $1,0 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$.

De bodem bevatte ca. 0,11% organisch gebonden stikstof (gemiddelde over de blokken). Een stikstofvrijstelling van $1,0 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$ in een periode van 140 dagen ($s_1 - s_4$) houdt in dat 3,1% van de organisch gebonden stikstof in die periode werd vrijgesteld in de 0-30 cm bouwlaag (droge bulkdichtheid $1,45 \text{ g cm}^{-3}$). Volgens gegevens van het rapport 'Analyse van Nitraatstikstofresidumetingen in de tuinbouw' (2008) mineraliseert een zandleembodem met een TOC van 1,1% van begin juni tot einde oktober $98,5 \text{ kg N ha}^{-1}$. Ook dit cijfer is voor dit perceel en het betreffende groeiseizoen een onderschatting van wat er in werkelijkheid netto aan stikstof werd vrijgesteld uit de bodem organische stof.

5.4 Waarnemingen op plantniveau

5.4.1 Waarnemingen zes weken na planten

Zeven weken na planten werden vier keer 1m preiplanten geoogst per plot. Van deze planten werd het verse gewicht bepaald evenals het droge stof- en stikstofgehalte en de stikstofopname (Tabel 9). Zeven weken na planten werd geen significant gewichtsverschil vastgesteld, zowel voor vers gewicht als voor droog gewicht.

Qua stikstofgehalte (% op droge stof) en stikstofopname (kg N ha^{-1}) verschilt geen van de bemestingsvormen significant van het onbemeste object (Anova, resp. $p = 0,070$ en $p = 0,054$). Wel trad er voor beide parameters een blokeffect op (resp. $p < 0,001$ en $p < 0,01$).

Tabel 9: Totaal plantgewicht en stikstofopname 7 weken na planten

	Bemestingsobject	vers gewicht	droge stof	droog gewicht	stikstof	stikstofopname
		kg ha^{-1}	%	kg ha^{-1}	% op ds	kg ha^{-1}
1	verse kippenmest	4435	9,2	409	4,4	17,4
2	kippenmestcompost 2010	4408	8,8	387	4,5	16,6
3	kippenmestcompost 2011	4128	9,6	393	4,1	15,4
4	verse kippenmest + groencompost	4610	9,7	447	4,4	18,7
5	scharrelcompost	5536	9,3	516	4,7	23,1
6	kippenmestkorrel	5126	9,3	476	4,6	20,8
7	ruwe geitenstalmest	4673	9,3	428	4,4	17,9
8	omgezette geitenstalmest	4944	9,0	442	4,5	18,7
9	maaimeststof	4811	9,2	430	4,2	17,6
10	onbemest	4799	9,3	437	4,4	18,5
gemiddelde		4747	9,3	436	4,4	18,4

5.4.2 Opbrengsten in relatie tot bemesting en de stikstofbeschikbaarheid in de bodem

Bij oogst op 26 oktober werd de totale marktbaar opbrengst bepaald. Verdere analyses werden uitgevoerd op de gehele marktbaar plant (**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

De marktbaar verse stofopbrengst varieert van $31,9 \text{ ton ha}^{-1}$ (kippenmestcompost 2011) tot ruim $36,6 \text{ ton ha}^{-1}$ (scharrelcompost). Er werd enkel een significant verschil gevonden tussen scharrelcompost en kippenmestcompost 2011 en tussen kippenmestkorrel en kippenmestcompost 2011 (Anova, Bonferroni, $p < 0,05$). Het meest opvallend is echter dat er geen significant verschil gevonden werd tussen het onbemeste en één van de bemeste objecten. In het onbemeste object werd gemiddeld een opbrengst van $34,2 \text{ ton ha}^{-1}$ behaald, waarmee dit object zich in de middengroep situeert. Dit geeft aan dat de

opbrengst niet zozeer bepaald werd door de stikstofbeschikbaarheid uitgaande van de bemesting maar eerder door de stikstofbeschikbaarheid uitgaande van de bodem organische stof en/of door de algemene bodemkwaliteit.

Deze bevinding wordt bevestigd door het significant effect uitgaande van de blokken ($p < 0,001$). Het verschil tussen de gemiddeld laagste opbrengst ($30,2 \text{ t ha}^{-1}$, blok 4) en de gemiddeld hoogste opbrengst ($37,1 \text{ t ha}^{-1}$, blok 2) is groter dan het grootste verschil gevonden tussen de gemiddelden van de bemestingsobjecten. De opbrengstverschillen tussen de blokken stemmen overeen met de beschreven gradiënt in bodemvruchtbaarheid.

Tabel 10: Verse, droge stof- en stikstofopbrengst, droge stof- en totale stikstofgehalte van het marktbaar gewas op 26 oktober voor de verschillende bemestingsvarianten

	Bemestingsobject	Mrktb opbr vers		Mrktb DS		Mrkt opbr droog		Mrktb perc Ntot		Mrktb opbr Ntot	
		ton ha ⁻¹		%		ton ha ⁻¹		% op ds		kg ha ⁻¹	
1	verse kippenmest	34,8	ab	9,6	a	3,3	3,9	c	116	bc	
2	kippenmestcompost 2010	34,3	ab	10,6	ab	3,7	2,9	ab	93	a	
3	kippenmestcompost 2011	31,9	a	10,8	ab	3,4	2,8	a	87	a	
4	verse kippenmest + groencompost	33,2	ab	10,5	ab	3,5	2,9	ab	92	a	
5	scharrelcompost	36,6	b	9,9	ab	3,6	3,1	abc	103	abc	
6	kippenmestkorrel	36,4	b	9,9	ab	3,6	3,6	bc	117	c	
7	ruwe geitenstalmest	33,7	ab	10,3	ab	3,5	3,1	abc	98	abc	
8	omgezette geitenstalmest	35,1	ab	10,1	ab	3,5	3,0	ab	97	ab	
9	maaimeststof	33,0	ab	10,9	b	3,6	2,7	a	89	a	
10	onbemest	34,2	ab	11,0	b	3,8	2,5	a	84	a	
	gemiddelde	34,3		10,4		3,5	3,0		97		
	p-waarde	< 0,05		< 0,01		< 0,001		< 0,001			

waarden binnen eenzelfde kolom gevolgd door eenzelfde letter zijn niet significant verschillend (Bonferroni, $p < 0,05$)

Aard van de bemesting, bv. compostproducten versus zuivere kippenmestproducten, was bepalend voor de minerale N-input via de bemesting. De N-opbrengst was significant positief gecorreleerd met de minerale N-input via de bemesting ($R = 0,74$, $p < 0,05$).

Een hoge stikstofbeschikbaarheid in het teeltseizoen (N_{min} s_2 , s_3 en s_4 0-60 cm) resulteert in een hoog stikstofgehalte ($R = 0,90$, $R = 0,93$, $R = 0,96$ resp., $p < 0,001$) en hoge stikstofopbrengst marktbaar plant ($R = 0,93$, $R = 0,95$, $R = 0,95$ resp., $p < 0,001$).

Een hoge stikstofopbrengst gaat samen met hoge verse gewasopbrengst ($R = 0,69$, $p < 0,05$). Enkel de stikstofbeschikbaarheid bij aanvang van de teelt (N_{min} s_2 0-60 cm) is positief gecorreleerd met de verse gewasopbrengst ($R = 0,75$, $p < 0,05$). Ook het stikstofgehalte van het blad zes weken na planten is positief gecorreleerd met de verse gewasopbrengst ($R = 0,63$, $p < 0,1$).

De stikstofbeschikbaarheid in het teeltseizoen (N_{min} s_2 , s_3 en s_4 0-60 cm) is negatief gecorreleerd met het droge stofgehalte van de marktbaar plant.

Een hoog stikstofgehalte en hoge stikstofopbrengst gaan samen met een laag droge stof gehalte (significante negatieve correlaties, resp. $R = -0,91$, $p < 0,001$ en $R = -0,91$, $p < 0,001$). Een hoge stikstofopbrengst gaat evenwel niet samen met een lage droge stofopbrengst (geen significante correlatie, $p < 0,05$). Bij een hoge droge stofopbrengst valt het stikstofgehalte wat lager uit (licht significant negatieve correlatie, $R = -0,57$, $p < 0,01$). Er zijn evenwel geen significante verschillen qua marktbaar droge stofopbrengst gevonden tussen de bemestingsobjecten.

De ratio qua vers gewicht en de ratio qua stikstofgehalte tussen gehele en marktbaar plant bedroegen respectievelijk 1,43 en 1,38, wat een ratio opleverde van 1,98 qua stikstofopbrengst per hectare. Voor de bemestingsvarianten verse kippenmest en kippenmestkorrel die aanleiding gaven tot een hogere stikstofbeschikbaarheid was de stikstofopbrengst (gehele plant; resp. 230 en 232 kg N ha⁻¹) vergelijkbaar met de stikstofopbrengst (gehele plant) die het KNS-systeem aanneemt voor herfstprei (225 kg N ha⁻¹). De hoeveelheid stikstof per ton vers gewas (gehele plant) ligt in deze proef op 4,5 kg N ton⁻¹ verse biomassa, wat twee kilogram hoger is dan waar het KNS-systeem voor herfstprei van uitgaat (2,5 kg N ton⁻¹ verse biomassa). Een hogere stikstofbeschikbaarheid in de proef, voor de objecten met zuivere kippenmestproducten, leidt niet tot de gangbaar verwachte productie. Zelfs bij het onbemeste

object ligt het stikstofgehalte op de verse stof op 3,9 kg N ton⁻¹ verse biomassa en dus hoger dan wat KNS aanneemt voor een bemest gewas. Enerzijds geeft dit een lagere stikstofefficiëntie aan, anderzijds betekent het dat het eiwitgehalte substantieel hoger ligt voor deze biologische proef ten opzichte van door het KNS-systeem voor een gangbare teelt wordt aangenomen.

Er werd een significant positieve correlatie vastgesteld tussen de totale stikstofopbrengst en de schijnbare stikstofvrijstelling in de periode $s_1 - s_2$ ($R = 0.86$, $p < 0.01$). Ook de globale schijnbare stikstofvrijstelling in de periode $s_1 - s_4$ was positief gecorreleerd met de totale stikstofopbrengst ($R = 0.88$, $p < 0.001$).

Tabel 11: Hoeveelheid toegediende (minerale) stikstof, beschikbare stikstof 0-60 cm tijdens de teelt, verse en stikstofopbrengst van het marktbaar gewas en sleetgevoeligheid voor de verschillende bemestingsvarianten

		N-bemesting		Nmin 0-60cm		Marktbaar opbr vers		Marktbaar opbr Ntot		Sleetgevoeligheid			
		kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	ton ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹		
		Ntot	Nmin	26/juli (s_2)	25/aug (s_3)	26/okt	26/okt	26/okt	26/okt	26/okt	26/okt		
6	Kippenmestkorrel	119	58	227	b	172	b	36,4	b	117	c	6,4	ab
1	Verse kippenmest	125	22	231	b	166	ab	34,8	ab	116	bc	7,3	a
5	Scharrelcompost	245	29	192	b	136	ab	36,6	b	103	abc	6,6	ab
7	Ruwe geitenstalmest	181	31	130	a	109	ab	33,7	ab	98	abc	6,3	ab
8	Omgezette geitenstalmest	184	2	141	a	101	ab	35,1	ab	97	ab	6,0	b
2	Kippenmestcompost 2010	99	1	115	a	86	ab	34,3	ab	93	a	6,0	b
4	Vese kippenmest + groencompost	69	18	130	a	119	ab	33,2	ab	92	a	6,4	ab
9	Maaimeststof	79	2	106	a	99	ab	33,0	ab	89	a	6,5	ab
3	Kippenmestcompost 2011	79	2	121	a	85	ab	31,9	a	87	a	5,6	b
10	Onbemest	-	-	119	a	72	a	34,2	ab	84	a	5,9	b
	gemiddelde			151		115		34,3		97		6,3	
	p-waarde			< 0,001		< 0,01		< 0,05		< 0,001		< 0,01	

Waarden binnen eenzelfde kolom gevolgd door eenzelfde letter zijn niet significant verschillend (Bonferroni, $p < 0,05$).

Sleetgevoeligheid: 1 = veel sleet; 9 = geen sleet

Een hoog stikstofgehalte en hoge stikstofopbrengst gaan tevens samen met een hoog stukgewicht ($R = 0,64$, $p < 0,05$; $R = 0.78$, $p < 0,01$), weinig sleet ($R = 0,74$, $p < 0,05$; $R = 0.71$, $p < 0.05$) en een goede bladkleur ($R = 0,79$, $p < 0,04$; $R = 0,74$, $p < 0,05$) en gewasstand ($R = 0,81$, $p < 0,01$; $R = 0.84$, $p < 0.01$).

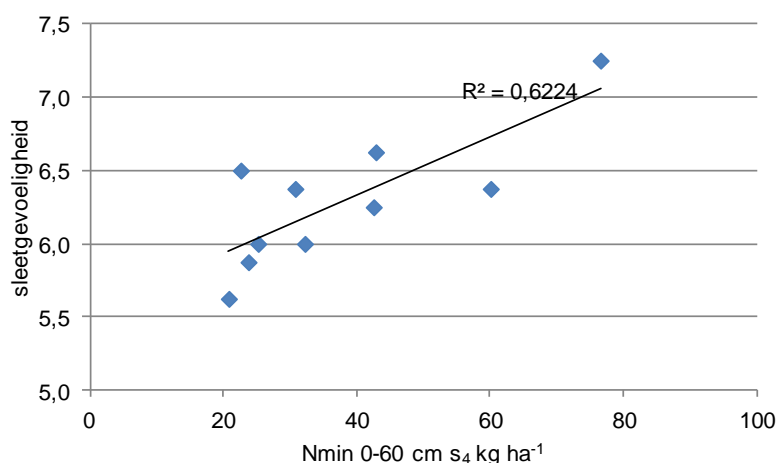
5.4.3 Ziektegevoeligheid bij oogst

Qua sleetgevoeligheid werden significante verschillen (ANOVA, Bonferroni, $p < 0,05$) gevonden tussen het object met gemiddeld genomen de hoogste stikstofbeschikbaarheid, i.e. verse kippenmest, en volgende objecten: beide kippenmestcomposten, omgezette geitenstalmest en het onbemeste object (Tab. 12). Voldoende stikstof op het einde van het seizoen blijkt belangrijk voor de vitaliteit en de sleetgevoeligheid van het gewas bij de oogst. Dit komt ook naar voor uit de significant positieve correlatie tussen sleetgevoeligheid en de stikstofopbrengst van de marktbaar plant ($R = 0,71$, $p < 0,05$) en uit de significant positieve correlatie tussen de sleetgevoeligheid en de hoeveelheid minerale stikstof in het bodemprofiel van 0-60 cm op s_4 ($R = 0,79$, $p < 0,01$) (Fig. 5). Hierbij dient opgemerkt dat een hoge score voor sleetgevoeligheid betekent dat er weinig sleet voorkomt. Wellicht zouden deze verschillen nog sterker naar voor zijn gekomen indien later werd geoogst. Bij onvoldoende stikstofbeschikbaarheid gaat de plant stikstof uit de oudere bladeren hermobiliseren. Qua aantasting door roest, purper- en papiervlekkenziekte werden geen verschillen gevonden tussen de bemestingsvarianten.

Tabel 12: Scores voor sleetgevoeligheid en aantasting door roest, purper- en papiervlekken bij oogst

Bemestingsobject	Sleetgevoeligheid	Aantasting door		
		purperlekken	roest	papiervlekken
1 Verse kippenmest	7,3 a	8,0	6,9	8,4
2 Kippenmestcompost 2010	6,0 b	8,0	6,8	8,5
3 Kippenmestcompost 2011	5,6 b	7,9	6,9	8,4
4 Verse kippenmest + groencompost	6,4 ab	8,0	6,3	8,5
5 Scharrelcompost	6,6 ab	8,0	6,5	8,5
6 Kippenmestkorrel	6,4 ab	8,0	6,8	8,5
7 Ruwe geitenstalmest	6,3 ab	8,0	6,4	8,5
8 Omgezette geitenstalmest	6,0 b	7,9	6,6	8,5
9 Maaimeststof	6,5 ab	7,9	6,5	8,5
10 Onbemest	5,9 b	7,9	6,4	8,5
gemiddelde	6,3	8,0	6,6	8,5
p-waarde	< 0,05			
	<i>schaal: 1= veel sleet</i>	<i>zeer veel</i>	<i>zeer veel</i>	<i>zeer veel</i>
	<i>9= geen sleet</i>	<i>geen</i>	<i>geen</i>	<i>geen</i>

Waarden binnen eenzelfde kolom gevolgd door eenzelfde letter zijn niet significant verschillend (Bonferroni, $p < 0,05$).



Figuur 5: Lineaire regressie tussen de hoeveelheid minerale stikstof in het bodemprofiel van 0-60 cm op s4 en de sleetgevoeligheid en (1 = veel sleet en 9 = geen sleet)

5.4.4 Nitraatgehalte in het plantsap versus stikstofbeschikbaarheid in de bodem

Bepaling van de stikstofbeschikbaarheid ten behoeve van advisering voor N-bijbemesting kan mogelijk op een snellere wijze gebeuren via meting van nitraat in het plantsap dan via een bepaling van de minerale stikstofvoorraad in de bodem. Daartoe werd in de gegeven veldproef het verband tussen metingen van beide methoden onderzocht. Ook is gekeken naar de correlatie tussen de meting van het nitraatgehalte in het plantsap middels een veldinstrument versus een bepaling in het laboratorium.

Er werden significante positieve correlaties gevonden tussen veld- en laboratoriumbepalingen op s2 en s4 (voor s2: $R = 0,87$, $p < 0,01$ en voor s4: $R = 0,77$, $p < 0,01$). De veldmetingen laten dus toe de nitraatconcentratie in het plantsap snel te schatten.

Op s2 werden geen significante correlaties gevonden tussen de minerale stikstofvoorraad in de bodem en het nitraatgehalte in het plantsap, noch voor de veld- noch voor de laboratoriumbepaling.

Op s4 werd enkel voor de laboratoriumbepaling een significante positieve correlatie gevonden tussen het nitraatgehalte in het plantsap en de op dat moment gemeten minerale stikstofvoorraad in de bodem van 0-60 cm ($R = 0.84$, $p < 0.01$).

Ondanks de significante correlaties tussen veld- en laboratoriumbepalingen voor meting van het nitraatgehalte in het plantsap werd er dus enkel voor de laboratoriumbepaling een significante correlatie gevonden tussen het nitraatgehalte in het plantsap en de stikstofbeschikbaarheid in de bodem.

Op s2 was het gewas nog zeer jong en wellicht versterkt de correlatie tussen het nitraatgehalte in het plantsap en de stikstofbeschikbaarheid in de bodem naarmate het gewas uitgroeit.

5.5 Incubatieproeven

Aan de hand van incubatieproeven werden de stikstofvrijstelling uit de bodem en de bijkomende stikstofvrijstelling uit de net voor de incubatie aan de grondstalen toegevoerde organische bemesting (Monterra Nitrogen 13 50/50) bepaald.

Er werd geen verband gevonden tussen de schijnbare stikstofvrijstelling afgeleid uit de deelbalansen, s_1 - s_2 en s_2 - s_4 , en die bepaald via de incubatietest. Wel werd een significante positieve correlatie gevonden tussen de stikstofvrijstelling afgeleid uit de deelbalans s_1 - s_4 en de werking van de toegepaste bijbemesting in de incubatieproef ($R = 0.67$, $p < 0.05$). Een snellere werking van de N-bijbemesting in de incubatie hing samen met een hogere mineralisatieactiviteit in de loop van het groeiseizoen.

In de incubatieproef werden geen significante verschillen vastgesteld tussen de verschillende bemestingsvormen wat betreft stikstofvrijstelling en werking van de net voor incubatie toegepaste bemesting. De stikstofvrijstelling in het veld in de periode s_1 - s_2 bepaald op basis van de stikstofbalans, toonde wel significante verschillen aan tussen de objectgemiddelden (zie § 5.3. Stikstofbalansen).

Ook werd onderzocht of er verschillen waren tussen de bemestingsobjecten qua P-opneembaarheid (P-CaCl₂-gehalte) en de af- of toename ervan tijdens de incubatie. Tussen de bemestingsobjecten werden geen verschillen gevonden noch wat betreft het gehalte opneembare P bij aanvang van de incubatie, noch wat betreft het verschil in opneembare P tussen aanvang en einde van de incubatie. De blokken één en twee vertoonden een afname van de het P-CaCl₂-gehalte tijdens de incubatie, de twee andere blokken een toename (blokeffect, $p < 0.001$).

De incubatieproef leverde slechts beperkt bijkomende informatie op.

5.6 Biologische parameters

Na afronden van de incubatietest werd het bodemmateriaal gebruikt in de test aangewend voor de microbiële bepalingen, met name de fosfolipide vetzuren (Eng. phospholipid fatty acid, PLFA) en de microbiële koolstof (maat voor de microbiële biomassa, fumigatietest).

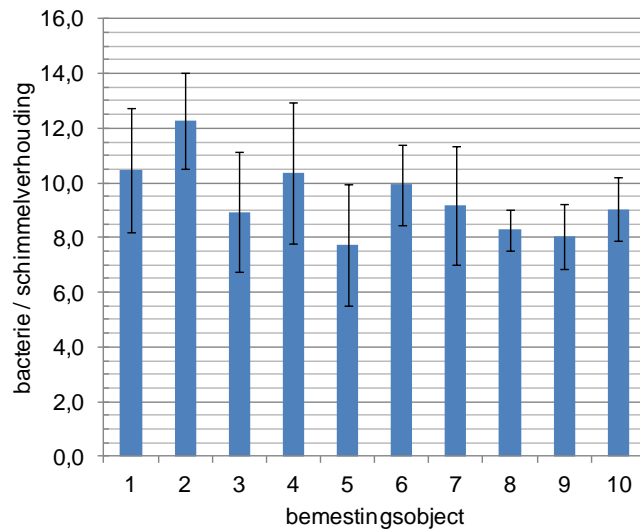
Op basis van de vetzuursamenstelling van de celmembranen geëxtraheerd uit een bodemmonster kunnen specifieke groepen van micro-organismen onderscheiden worden, met name gramnegatieve en grampositieve bacteriën, schimmels, actinomyceten, 'arbuscular mycorrhizal fungi' (AMF) of mycorrhiza en protozoa. De vetzuren fungeren als biomerker. Dit wil zeggen dat het voorkomen van bepaalde vetzuren kan geassocieerd worden met het voorkomen van een bepaalde groep micro-organismen. De meest courante en betrouwbare biomerker voor schimmels is 18:2 ω 6.

De kwantiteit aan vetzuren wordt uitgedrukt in aantallen vetzuren in 1 gram grond (nmol g⁻¹ grond). Verschillende bemestingsvormen kunnen onderling vergeleken worden wat betreft het meer of minder voorkomen van een bepaalde groep micro-organismen. Alle vetzuren samen (Total) zijn een maat voor de aanwezige microbiologie. Deze is in principe gecorreleerd met de microbiële biomassa bepaald via de fumigatietest.

Op basis van een PLFA-analyse kunnen groepen micro-organismen niet kwantitatief met elkaar vergeleken worden omdat ze op basis van een verschillend aantal biomerkers getypeerd worden. Een afgeleide parameter is de bacterie:schimmelverhouding.

Voor de biologische parameters voortkomende uit de PLFA-analyse, werden geen significante verschillen gevonden tussen de bemestingsobjecten. Wel werd een significant verschil waargenomen

tussen object 2 en 5 voor de parameter bacterie:schimmelverhouding 18:2 (Figuur 6), bij meervoudige vergelijking tussen gemiddelden (Anova, Bonferroni, $p < 0.05$).

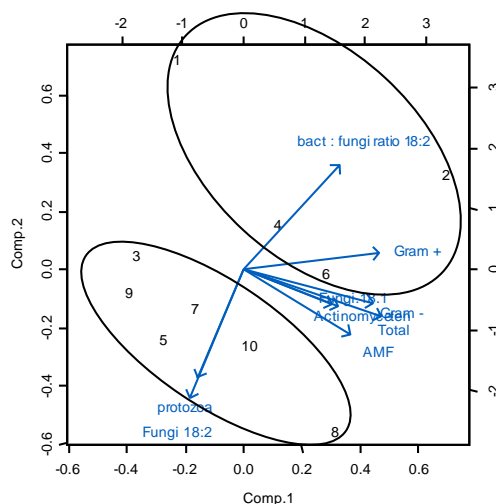


Figuur 6: Bacterie:schimmelverhouding voor de verschillende bemestingsobjecten

Toepassing van een principale componentenanalyse (PCA) op de dataset met objectgemiddelden leverde een biplot op van de eerste twee principale componenten, die samen 75,9% van de variantie in de dataset verklaren (Figuur 6).

Twee parametergroepen kunnen onderscheiden worden: een groep met de schimmels en de protozoa en een groep met de andere organismen. Opvallend is de quasi loodrechte stand van hun vectorpijlen, wat inhoudt dat de waarde van een parameter in de ene groep onafhankelijk is van de waarde van een parameter in de andere groep. Anderzijds zijn waarden van parameters in eenzelfde groep mogelijk significant gecorreleerd. Zo werd onder meer een significante positieve correlatie gevonden (objectgemiddelde waarden) tussen de schimmels (fungi 18:2) en de protozoa ($R = 0.64$, $p < 0.05$).

De objecten kunnen tevens opgedeeld worden in twee groepen die zich in de biplot op een tegenovergestelde positie bevinden. Daarbij blijkt dat de groep met het onbemeste object en de objecten jonge kippenmestcompost, scharrelcompost, ruwe en omgezette geitenstalmest en maaimeststoffen (resp. objecten nr. 10, 3, 5, 7, 8 en 9) gekenmerkt worden door een hogere aanwezigheid en activiteit van schimmels en protozoa. Beide types organismen lijken gestimuleerd te zijn door producten waarmee in ruimere mate onverteerd organisch materiaal werd aangebracht. De PLFA-analyse uitgevoerd op de scharrelcompost, het product zelf, gaf op basis van de biomerkers voor schimmels ook aan een schimmelcomponent te bevatten. Met de zuivere kippenmestproducten (objecten nr. 1 en 6) werd relatief weinig organisch materiaal aangebracht en rijpe compost (object nr. 2) en groencompost + kippenmest (object nr. 4) brachten weinig of geen onverteerd organisch materiaal aan.



Figuur 6: Principale componenten analyse van de waargenomen fosfolipides in de verschillende bemestingsobjecten

De totale hoeveelheid fosfolipide vetzuren is gecorreleerd met de hoeveelheid grampositieve ($R = 0.88$, $p < 0.001$) en gramnegatieve bacteriën ($R = 0.92$, $p < 0.001$) en de hoeveelheid actinomyceten ($R = 0.65$, $p < 0.05$). Dit kan betekenen dat deze groepen domineren.

Negatieve correlaties werden gevonden tussen protozoa en twee parameters die de stikstofbeschikbaarheid bij aanvang van de incubatie aangeven: $N_{min} s_2 0-30$ ($R = -0.55$, $p < 0,1$) en $N_{balans} s_1-s_2$ ($R = -0.59$, $p < 0,1$). Protozoa hebben ook een significant negatieve correlaties met $N_{balans} s_1-s_4$ ($R = -0.68$, $p < 0,05$), stikstofgehalte ($R = -0.63$, $p < 0,1$) en stikstofopbrengst ($R = -0.63$, $p < 0,1$) marktbaar gewas. Daarentegen is er significant positieve correlatie tussen protozoa en de stikstofvrijstelling in de incubatieproef ($R = 0,57$, $p < 0,1$).

Positieve correlaties werden gevonden tussen actinomyceten en plantparameters die de stikstofbeschikbaarheid bij aanvang van de incubatie (s_2) aangeven: NO_3^- -gehalte in het plantsap (laboratoriumbepaling, $R = 0,57$, $p < 0,1$), stikstofgehalte van het blad ($R = 0,66$, $p < 0,05$) en stikstofgehalte gehele plant ($R = 0,62$, $p < 0,1$). Actinomyceten hebben een significant positieve correlatie met de marktbaar verse gewasopbrengst ($R = 0,67$, $p < 0,05$).

Voor de parameters AMF, B:F en protozoa is er een blokeffect ($p < 0.1$).

6. Discussie

Planten- of bodemvoedende waarde

Op basis van de stikstofbalansen voor het onbemeste object werd een hoge schijnbare stikstofvrijstelling uit de bodem waargenomen. Voor de globale teeltperiode (s_1-s_4) lag die op $135,2 \text{ kg N ha}^{-1}$ wat neerkomt op een gemiddelde van $1,0 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dag}^{-1}$. De stikstofmineralisatie lag drie maal hoger dan wat het KNS-systeem aanneemt en ca. 40% hoger van wat standaard in Vlaanderen wordt aangenomen voor een bodem met deze textuur en dit organische stofgehalte. De veldbonen als vlinderbloemige stikstofbindende voorvrucht kunnen hierbij een zekere rol gespeeld hebben.

De stikstofbeschikbaarheid in de bodem blijkt positief gecorreleerd met het stikstofgehalte of de stikstofopbrengst van de plant. Er werden slechts beperkte verschillen waargenomen tussen de verschillende objecten wat betreft verse gewasopbrengst en ook het onbemeste object haalde gemiddeld een goede opbrengst ($34,2 \text{ ton ha}^{-1}$). Het verschil in gewasopbrengst bleek bovendien groter tussen de blokken dan tussen de bemestingsvarianten, wat verband hield met de gradiënt qua bodem

organische stikstofgehalte. Dit bevestigt de ruime stikstofvrijstelling uit de bodem organische stof over het volledige seizoen.

Uit voorgaande kunnen we concluderen dat een voldoende opbouw en het behoud van het bodem organische stofgehalte van cruciaal belang zijn voor een voldoende stikstofvoorziening en goede teeltopbrengst in biologische landbouw.

Uit de resultaten blijkt dat bemesting met **verse kippenmest** en **kippenmestkorrel** zeven weken na planten het hoogste minerale stikstofgehalte in de bodem (0 – 60 cm) geeft. Beide bemestingsvormen geven tevens aanleiding tot de hoogste schijnbare stikstofvrijstelling uit de bodem organische stof en de organische stof fractie van de bemesting in de periode van het eerste tot het tweede moment van staalname, 7 weken na planten. Dit bevestigt de snelle stikstofwerking van beide producten. De hoge schijnbare stikstofvrijstelling wijst echter ook op een primingeffect. In de periode zeven weken na planten tot de oogstdatum werd een relatief lage schijnbare stikstofvrijstelling waargenomen voor de objecten met verse kippenmest en kippenmestkorrel. Dit en de relatief hogere stikstofopname resulteert in de sterkere daling van het minerale stikstofprofiel bij deze bemestingsvormen. Over de gehele teeltperiode was voor respectievelijk kippenmestkorrel en verse kippenmest de globale schijnbare stikstofvrijstelling 37% en 73% hoger dan voor het onbemeste object. Het bij deze mestvormen vermoede primingeffect speelt hierin alvast een rol. Deze bemestingsvormen dragen dan ook weinig of niet bij tot de opbouw van het bodem organische stofgehalte.

Het hoge nitraatgehalte in de bodem (0 – 60 cm) zeven weken na planten voor **scharrelcompost** is wellicht voornamelijk het gevolg van de hogere hoeveelheid toegediende stikstof.

Voor de **overige bemestingsvormen** stelden we vast dat de N-beschikbaarheid in de 0-60 cm bodemlaag zeven weken na planten van eenzelfde grootteorde was dan die bij het onbemeste object. Voor deze meststoffen kon niet aangetoond worden dat ze in het seizoen dat ze toegepast werden netto bijdroegen aan de beschikbaarheid van minerale N in de bodem.

Voor **kippenmestcompost 2010**, **maaimeststof** en **ruwe geitenstalmest** was de schijnbare stikstofvrijstelling uit de organische stof fractie van de bemesting in de eerste zeven weken na planten negatief. Het lijkt erop dat deze meststoffen in het begin van de teelt nog stikstof hebben vastgelegd in plaats van vrijgesteld. Voor de maaimeststoffen kan dit verklaard worden door het feit dat een eerder oude vezelige massa werd toegediend. Voor ruwe geitenstalmest wijst dit erop dat voorvertering inderdaad van belang is voor een vlotte stikstofvrijstelling.

We kunnen besluiten dat verse kippenmest en de kippenmestkorrel zorgen voor een snelle stikstofvrijstelling en dus direct een plantenvoedende waarde hebben. De objecten die bemest werden met kippenmest, kippenmestkorrel of scharrelcompost realiseerden de hoogste marktbaar verse opbrengst met de minste sleet. Ook het stikstofgehalte van de volledige plant en de totale stikstofopbrengst blijken het hoogst te zijn voor deze bemestingsvarianten. Daartegenover staat een lager droge stofgehalte.

De compostproducten en stalmest blijken eerder een bodemverbeterende werking te hebben die indirect zorgt voor de nodige plantenvoeding. Een combinatie van stalmest of compost met kippenmest kan de snelle stikstofwerking van kippenmest combineren met de opbouw of onderhoud van de bodemvruchtbaarheid.

Voor de snelwerkende bemestingsvormen als verse kippenmest en kippenmestkorrel stellen we echter een risico op een te hoog nitraatresidu vast, daar waar bemesting met compost of stalmest ruim onder de norm van 90 kg N ha^{-1} van 0-90 cm bodemdikte blijft. Bemesting met verse kippenmest leverde een te hoog nitraatresidu op.

Systeem voor gepaste bijbemesting

De significante correlatie tussen de marktbaar verse opbrengst en de stikstofbeschikbaarheid in de bodem (0 – 60 cm) zeven weken na planten (s2) geeft aan dat bij een lagere stikstofbeschikbaarheid dit het moment is om een stikstofbijbemesting te voorzien tot een bepaalde richtwaarde, een methode waarmee gewerkt wordt bij het gangbare advies voor bijbemesting (KNS-systeem). Bodemstaalname

zeven weken na planten biedt reeds enige maar onvoldoende informatie voor het instellen van een correcte bijbemesting. Zowel stikstofmineralisatie uit de bodem en de bemesting als de mogelijke interactie tussen bemesting en bodemmineralisatie (priming effect) blijken een niet te miskennen rol te spelen en dienen correct ingeschat te kunnen worden.

In het gegeven proefopzet kan de reeds hoge stikstofbeschikbaarheid zeven weken na planten bij de objecten met verse kippenmest, kippenmestkorrel en scharrelcompost ter discussie gesteld worden. Snelwerkende stikstofhoudende meststoffen, zoals een kippenmestkorrel, worden wellicht beter zes tot acht weken na planten toegepast om het stikstofaanbod beter af te stemmen op de stikstofopname. Uit de proefresultaten blijkt dat ook zonder bemesting een goede opbrengst kon gerealiseerd worden.

De in dit biologische proefopzet vastgestelde stikstofdynamiek bij een teelt van herfstprei verschilt sterk met de benadering ervan door het KNS-systeem. De totale stikstofopname bij de ruim van stikstof voorziene objecten lag op een vergelijkbaar niveau, doch de opname vond plaats over een periode van 20 in plaats van 16 weken en in samenhang met de lagere opbrengst lag het stikstofgehalte van het gewas ruim hoger. De mineralisatie wordt met het KNS-systeem ruim onderschat. De biologische groententeelt heeft nood aan een aangepast systeem van bijbemesting, waarbij de werking van de voorraadbemesting en de stikstofvrijstelling uit de bodem organische stof in beeld gebracht kan worden.

7. Besluit

Deze proef geeft in de eerste plaats aan dat binnen biologische landbouw het onderhoud van een goede bodemvruchtbaarheid reeds een groot deel van het werk is. Het gebruik van stal mest of een rijpe compost is hiervoor belangrijk. Extra 'snel beschikbare' stikstof kan bijdragen tot meer teeltzekerheid. Teelttechnisch kan deze stikstofgift op basis van verse kippenmest of een kippenmestkorrel. Beide bemestingsvormen bevestigen hun snelle werking en zijn teelttechnisch relevant voor gewassen waar op korte termijn een hoge stikstofbeschikbaarheid nodig is. Beperkingen inzake fosforbemesting kunnen het gebruik van deze bemestingsvormen met lage N:P verhouding op intensieve groentebedrijven in het gedrang brengen.

Uit de resultaten van deze proef blijkt dat tussentijdse metingen van minerale stikstof in de bodem onvoldoende houvast bieden voor de dosering van de bijbemesting tijdens het seizoen in een biologische groenteteelt. Hoewel de stikstofbeschikbaarheid in de gegeven bodemomstandigheden en voor zekere objecten voldeed aan KNS-richtwaarden, was het opbrengstniveau lager dan wat er in dit gangbare kader van verwacht wordt. Voor objecten met een initieel lagere stikstofbeschikbaarheid had een bijbemesting wel kunnen resulteren in een hogere gewasopbrengst en minder sleet.

De auteurs suggereren om de resultaten uit deze bemestingsproef te vergelijken met resultaten uit vergelijkbare proefopzet (bv. Beeckman et al. 2011, Beeckman & Delanote 2012) om tot een ruimer inzicht te komen betreffende bodemvruchtbaarheid en alternatieve bemestingsvormen in de biologische landbouw. Ook in de context van het project 'ORBI' worden heel wat alternatieve bemestingsstrategieën gedemonstreerd, specifiek voor bepaalde sectoren, vooral in het kader van MAP4 en vaak met gebruik van kippenmest (www.biopraktijk.be).

8. Referenties

- BDB & UGent (2008). *Analyse van Nitraatstikstofresidumetingen in de tuinbouw. EINDRAPPORT VLM/MESTBANK/TWOL2006/MB2006/4*. Studie in opdracht van: Vlaamse Landmaatschappij Afdeling Mestbank uitgevoerd door Bodemkundige Dienst van België vzw en Universiteit Gent Vakgroep Bodembeheer en bodemhygiëne, 185 pp.
- Beeckman, A., Delanote L. (2012). *Mogelijkheden voor biologische kippenmest in graan?* BIOpraktijk, mrt 2012.
- Beeckman, A., Govaerts, W., Sobry, L., Delanote L. (2011) *Bemesting biologisch grasland in perspectief van regionaal gemengd bedrijf*, 12 pp.
- Feller, C., Fink, M., Laber, H., Maync, A., Paschold, P.J., Scharpf, H.C., Schlaghecken, J., Strohmeyer, K., Weier, U., Ziegler, J. (2011) *Düngung im Freilandgemüsebau*. In: Fink, M. (Hrsg.): Schriftenreihe des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ), 3. Auflage, Heft 4, Großbeeren.
- Reubens, B., Vandecasteele, B., De Neve, S., Willekens, K. (2012a) *Behandeling van biologische dierlijke mest door compostering: resultaat van praktijkproeven. Deelrapport 1 ADLO-onderzoeksproject "Optimale aanwending van biologische mest van kippen en herkauwers voor een gezond biologisch gewas"*. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke, België. 62 pp.
- Reubens, B., Willekens, K. (2012) *Beschikbaarheid en gebruik van biologische dierlijke mest in Vlaanderen: Actuele situatie en toekomstperspectief. Deelrapport 3 ADLO-onderzoeksproject "Optimale aanwending van biologische mest van kippen en herkauwers voor een gezond biologisch gewas"*. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke, België. 85 pp.
- Reubens, B., Willekens, K., Beeckman, A., De Neve, S., Vandecasteele B., Delanote L. (2012b) . *Eindrapport ADLO-onderzoeksproject "Optimale aanwending van biologische mest van kippen en herkauwers voor een gezond biologisch gewas"*. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke, België.
- Van Dijk, W., Conijn, J.G., Huijsmans, J.F.M., van Middelkoop, J.C., Zwart, K.B. (2004) *Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt organische mest. Studie t.b.v. onderbouwing gebruiksnormen*. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V., publicatienr. 337, 63 pp.
- VERORDENING (EG) Nr. 834/2007 VAN DE RAAD van 28 juni 2007 inzake de biologische productie en de etikettering van biologische producten en tot intrekking van Verordening (EEG) nr. 2092/91.