

**Toepassing gefilterd  
digestaat in de  
biologische fruitteelt**

Resultaten demo 2014

Willemijn Cuijpers  
(LBI)

Martin van de Water  
(HortiNova)

**LOUIS BOLK**  
I  
N  
S  
T  
I  
T  
U  
U  
T

**HortiNova**   
TEELT TECHNISCHE ADVIESGROEP

*Deze publicatie is tot stand gekomen met financiering van het Ministerie van Economische Zaken en het Europese Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling: Europa investeert in zijn platteland.*



Europees Landbouwfonds voor  
Plattelandsontwikkeling: Europa  
investeert in zijn platteland



Ministerie van Economische Zaken

© 2015 Louis Bolk Instituut

Toepassing gefilterd digestaat in de biologische  
fruitteelt - resultaten demo 2014

Willemijn Cuijpers, Martin van de Water

Bemesting, fertigatie, biologische fruitteelt,  
Conference, peer, stikstof, digestaat

Publicatienummer 2015-037 LbP

32 pagina's

Bestelwijze: Deze publicatie is te downloaden op  
[www.louisbolk.nl/publicaties](http://www.louisbolk.nl/publicaties)

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


[info@louisbolk.nl](mailto:info@louisbolk.nl)

T 0343 523 860

F 0343 515 611

Hoofdstraat 24

3972 LA Driebergen

 @LouisBolk

Louis Bolk Instituut: onafhankelijk, internationaal kennisinstituut  
ter bevordering van écht duurzame landbouw, voeding en gezondheid

## Voorwoord

Voor u ligt de rapportage van een praktijkproef naar de toepassing van gefilterd digestaat als snelwerkende, vloeibare, organische stikstofbron in de biologische perenteelt. Deze praktijkproef is in 2014 uitgevoerd in het kader van het demo project BOK: Bemesting Organische Kringloopstikstof, gefinancierd door het Ministerie van EZ en het Europese Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling. De praktijkproef is uitgevoerd door het Louis Bolk Instituut en HortiNova, maar had niet kunnen plaatsvinden zonder de enorme inzet en ondersteuning door de biologische fruitteler waar de proef heeft plaatsgevonden. Bij deze willen we allereerst William Pouw heel hartelijk bedanken! Daarnaast willen we ook Kees Konijn bedanken voor het beschikbaar stellen van de (biologische) referentie waarden voor de plantsapmetingen, en Chris Bomers voor het beschikbaar stellen van het digestaat. Bart Timmermans en Leen Janmaat hebben op de achtergrond veel waardevol commentaar gegeven op de onderzoeksopzet en analyseresultaten: dankjewel! De proef is uitgevoerd in een breder kader van het demo project BOK, waarbinnen ook proeven met digestaat zijn uitgevoerd in de biologische teelt van tomaat, en in de geïntegreerde teelt van appel op proeftuin Randwijk door FruitConsult. VGB watertechniek heeft in het demo project gekeken naar de technische aspecten van fertigatie van organische meststoffen.



## Samenvatting

In het praktijknetwerk Benutting Organische Kringloopstikstof is onderzocht hoe de stikstofbeschikbaarheid in de biologische fruitteelt te verbeteren is door middel van toediening van vloeibare organische meststoffen. De proef is uitgevoerd in een biologisch perceel met een jonge aanplant van Conference peren, met een moeilijke opname van stikstof. In de proef zijn twee vloeibare organische meststoffen vergeleken, die in principe door middel van fertigatie toegediend zouden kunnen worden. Het gaat om gefilterd digestaat, en Organic Plant Feed korrels die opgelost zijn in water. De vloeibare meststoffen zijn in deze proef niet in druppelaars toegediend, maar in 3 giften uitgebracht en direct oppervlakkig ondergewerkt. Tijdens het seizoen zijn de gehalten in de bodem en de gehalten in het plantsap gevolgd. De N-mineraal gehalten in de bodem stijgen aanzienlijk door de toediening van de meststoffen. Dit zien we echter niet of nauwelijks terug in de stikstofgehalten in het plantsap. Mogelijk speelt hierbij ook de verdeling van stikstof in de boom, tussen houtige delen, blad en vruchten een rol. Daarnaast kunnen andere factoren de opname van stikstof en de omzetting in het blad blokkeren. In eerste instantie lijkt alleen bijbemesting met vloeibare, organische meststoffen niet voldoende te zijn om het probleem van stikstofvoorziening in jonge peren in het voorjaar op te lossen, hoewel de mineralisatiesnelheid van de meststoffen voldoende groot is, en ze in die zin wel potentie hebben als snel beschikbare organische stikstofbron.

## Summary

The aim of the farmer's network Utilization of Organic Nitrogen, was to investigate the possibilities to improve the availability of mineral nitrogen in organic orchards, by means of the application of liquid organic fertilizers. An experiment was carried out in an organic orchard with young Conference pear trees, with a difficult uptake of nitrogen in spring. Two liquid organic fertilizers were compared, that have the potential to be used in an organic system with fertigation: filtered digestate, and Organic Plant Feed granules that are dissolved in water. The liquid fertilizers were not applied in a fertigation system, but as side dressings that are directly distributed over the surface of the soil. Fertilizers were immediately superficially incorporated in the soil, in 3 fertilizer gifts. During the growing season, soil mineral N contents and plant nutrients were monitored at regular intervals. Soil mineral N contents increased considerably during the growing season. However, this increase in nitrogen availability in the soil, was not reflected in nitrogen contents of young and old leaves during the growing season. A possible explanation could be found in the nitrogen partitioning within the tree, between woody parts, roots, leaves and fruits. Furthermore, it could be possible that other factors inhibit the uptake and conversion of nitrogen in the leaves. At first glance, side dressings with liquid organic fertilizers alone are not enough to increase nitrogen availability in young pear trees in spring, although the mineralisation rate of these fertilizers is sufficient to meet the grower's ends.



# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>3</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding en achtergrond</b>	<b>9</b>
<b>2 Vraagstelling en onderzoeksdoel</b>	<b>11</b>
<b>3 Onderzoeksopzet</b>	<b>13</b>
3.1 Demo locatie	13
3.2 Behandelingen	14
3.3 Analyses en monitoring	14
3.4 Referentie	14
<b>4 Resultaten</b>	<b>15</b>
4.1 Analyse meststoffen	15
4.2 Beschikbaarheid minerale stikstof in de bodem	15
4.3 Plantsapmetingen	16
4.4 Bodemleven	18
<b>5 Discussie en conclusie</b>	<b>19</b>
<b>Literatuur</b>	<b>21</b>
<b>Bijlage 1: Analysecijfers bodem</b>	<b>23</b>
Bodemanalyse biologische referentie percelen	23
<b>Bijlage 2: Analysecijfers meststoffen</b>	<b>24</b>
<b>Bijlage 3: Analysecijfers plantsap</b>	<b>25</b>





# 1 Inleiding en achtergrond

Het natuurlijke verloop van de mineralisatie, in een bodem met voldoende organische stof en een actief bodemleven, loopt niet parallel met de behoefte die fruitbomen hebben in de loop van het jaar. In het algemeen is voor een hoge productie juist in het voor- en najaar meer stikstof nodig, terwijl er voor een goede vruchtkwaliteit in de zomer er juist minder stikstof nodig is. In het praktijknetwerk Benutting Organische Kringloopstikstof zoeken biologische fruittelers naar een oplossing om de beschikbaarheid van minerale stikstof in het voorjaar te verbeteren. Ondanks dat de bodem een grote hoeveelheid organische stikstof bevat, is door de lage voorjaarstemperatuur en de traag op gang komende mineralisatie, de hoeveelheid minerale stikstof tijdens de bloei van de bomen gering. De vraag is in hoeverre vloeibare organische meststoffen, met een relatief grote hoeveelheid minerale stikstof, de beschikbaarheid van stikstof in het voorjaar kunnen verbeteren.

Zowel biologische fruittelers als glastuinbouwers zijn op zoek naar vloeibare meststoffen die geschikt zijn om via fertigatie toe te passen. Hierdoor kan een eventuele bijbemesting in kleine giften gegeven worden, waardoor de stikstof op het juiste moment bij de boom komt, en de verliezen door denitrificatie of uitspoeling beperkt zijn. Hoewel voor de gangbare fruitteelt veel fertigatietechnieken beschikbaar zijn, moet de techniek worden aangepast om fertigatie van organische meststoffen mogelijk te maken. Daarnaast moet gekeken worden in hoeverre het filteren van digestaat de toepassing via een fertigatiesysteem mogelijk maakt. In het kader van een maximale benutting van organische reststromen, kan de inzet van (biologisch) digestaat een interessant alternatief bieden. In deze demo zal met name gekeken worden in hoeverre met behulp van bijbemesting met vloeibare meststoffen de stikstofbeschikbaarheid in de boom in het voorjaar vergroot kan worden. Andere onderdelen van het praktijknetwerk zijn gericht op de daadwerkelijke toepassing via fertigatie, en de technische aanpassingen die daarvoor nodig zijn.



## 2 Vraagstelling en onderzoeksdoel

Binnen het praktijknetwerk Benutting Organische Kringloopstikstof is in 2014 een demo uitgevoerd in de teelt van Conference peren, op een biologische fruitteeltbedrijf. Het doel van deze demo is het vaststellen van de geschiktheid van vloeibare meststoffen voor het verhogen van de stikstofbeschikbaarheid in de boom in het voorjaar.



### 3 Onderzoeksopzet

#### 3.1 Demo locatie

De locatie van de demo is een perceel op rivierklei in Wijk bij Duurstede. Er is gekozen voor een jonge aanplant van Conference peren, op onderstam Kwee-C, met een relatief moeizame opname van stikstof. De rivierklei grond heeft in de bovengrond (0-30 cm) een percentage lutum van 31%, met 9.4% organische stof en 0.7% koolzure kalk. Basis analysegegevens van de bodem staan vermeld in Tabel 3-1. In januari is op dit perceel een voorraadbemesting uitgevoerd met 30 ton/ha compost (125 kg N/ha), aangevuld met 1200 kg/ha luzernekorrel (36 kg N/ha) en 450 kg Organic Plant Feed (50 kg N/ha) in februari.



Figuur 3-1: Demo in perceel Conference Wijk bij Duurstede

Tabel 3-1: Analysegegevens van de bodem op demo locatie Wijk bij Duurstede in bouwvoor (0-30 cm) en ondergrond (30-60 cm)

		0-30 cm	30-60 cm
N-totaal bodemvoorraad	mg N/kg	5040	2900
P plant beschikbaar	mg P/kg	8,2	1,0
Pw	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l	6,3	6,9
Zuurgraad (pH-KCl)		6,3	6,9
Organische stof	%	9,4	5,7
C-anorganisch	%	0,15	0,21
Koolzure kalk	%	0,7	1,2
Klei	%	31	41
C-totaal	g C/100g	5,8	2,9

### 3.2 Behandelingen

De proefopzet in de demo heeft 3 behandelingen, die verdeeld zijn over 3 rijen. In totaal liggen er per behandeling 3 veldjes, met elk een lengte van 6.5 m (de afstand tussen twee betonpalen). De behandelingen zijn:

1. Controle, zonder extra bijbemesting
2. Gefilterd digestaat, verspreid in 3 giften (totaal 21.190 kg/ha)
3. Organic Plant Feed (OPF), verspreid in 3 giften (totaal 909 kg/ha) (korrels opgelost in water)

Het gefilterde digestaat is afkomstig van de Fa. Bomers, en is het product van covergisting van 100% dierlijke mest (mengsel van runder-, varkens- en kippenmest) met een plantaardige component van bietenpuntjes en stoomschillen van schorseneren. Het digestaat is gefilterd door een filter van 80 micron. De Organic Plant Feed korrels bestaan uit gegranuleerd extract van suikerrietmelasse. Alle veldjes, inclusief de controle hebben de gebruikelijke voorraadbemesting gekregen aan het begin van het seizoen. De bijbemesting is uitgevoerd naar aanleiding van de monitoring van de plantsap analyses in het blad. Er is in totaal op 3 tijdstippen bijbemest: 14 april, 12 juni en 28 juli. De hoeveelheid toegediend stikstof (N-totaal) met het digestaat op deze tijdstippen is 23, 45 en 50 kg N/ha (totaal 117 kg N/ha). De hoeveelheid toegediend stikstof met OPF is 25,50 en 50 kg N/ha (totaal 125 kg N/ha). De OPF is opgelost in eenzelfde volume water als het toegediende digestaat, om op die manier ook een vloeibare meststof te krijgen. De controle is onbemest, maar heeft wel een zelfde hoeveelheid water ontvangen, om de hoeveelheid vocht in de bodem gelijk te houden.

### 3.3 Analyses en monitoring

Tijdens het seizoen is op 5 momenten de bodem bemonsterd om de hoeveelheid minerale stikstof (nitraat en ammonium) vast te stellen (BLGG AgroXpertus). Daarnaast zijn om de twee weken bladmonsters genomen die door middel van plantsap analyses geanalyseerd zijn (NovaCropControl). In totaal zijn er 9 plantsap monsters per behandeling geanalyseerd, zowel van het jonge als van het oude blad. De meststoffen zijn geanalyseerd op organische stof, hoofd- en sporenelementen, en van het gefilterde digestaat is ook de EC bepaald (Altic).

### 3.4 Referentie

Naast de demo zijn ook plantsapanalyses meegenomen van een gangbaar perceel Conference peren, en drie biologische percelen Conference op een biologisch fruitteelt bedrijf in Zuidoost Beemster op zeelei. Basis analysegegevens van de bodem van deze drie biologische referentie percelen staan in Bijlage 1. Op het biologische bedrijf in Zuidoost Beemster is een voorraadbemesting uitgevoerd in de periode februari-april van 16 m<sup>3</sup>/ha compost (79 kg N/ha), 14 ton/ha vaste rundermest (68 kg N/ha) en 174 kg Organic Plant Feed korrel (19 kg N/ha).

## 4 Resultaten

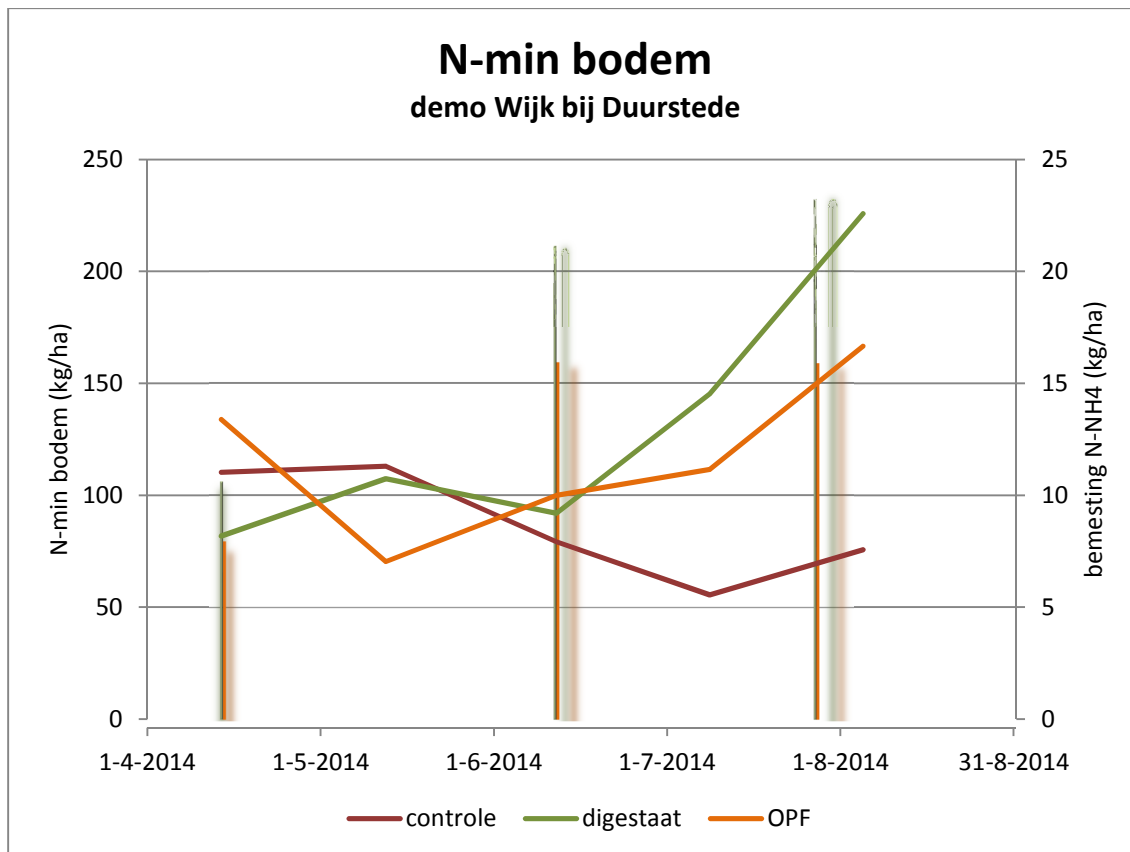
### 4.1 Analyse meststoffen

De twee gebruikte meststoffen (gefilterd digestaat en OPF korrel) zijn geanalyseerd op zowel hoofd- als sporenelementen. Van het digestaat is ook de EC bepaald. De analysecijfers van de meststoffen staan vermeld in bijlage 2. In het gefilterde digestaat is 47% van de N aanwezig in minerale vorm (ammonium-N), in de OPF korrel is 32% van de N aanwezig in minerale vorm. Bij gelijke bemesting op basis van N-totaal (117 kg N bij digestaat en 125 kg N bij OPF) zijn er met name in de hoeveelheden toegediende sporenelementen grote verschillen: borium (142 g/ha bij digestaat en 14 g/ha bij OPF), koper (74 g/ha bij digestaat vs 14 g/ha bij OPF), ijzer (44 kg/ha bij digestaat en 0.7 kg/ha bij OPF), zink (491 g/ha bij digestaat en 20 g/ha bij OPF), en chloor (4 kg/ha bij digestaat en 145 kg/ha bij OPF). De EC van het gefilterde digestaat is 5.54 mS/cm. Ter vergelijking: met een hoeveelheid van 30 ton/ha compost wordt ca. 300 g/ha koper aan de bodem toegevoegd.

### 4.2 Beschikbaarheid minerale stikstof in de bodem

De gehalten aan minerale stikstof (N-NO<sub>3</sub> en N-NH<sub>4</sub>) in de bodem zijn gedurende het seizoen 5 keer gemeten, in de laag 0-30 cm. Om een globale indruk te hebben van de gehalten in de ondergrond aan het begin van de proef, is ook een mengmonster uit de laag 30-60 cm geanalyseerd. De gehalten in mg/kg (BLGG analyse) zijn omgerekend naar kg/ha met behulp van een schatting van de bulkdichtheid van de grond op basis van de volgende formule:  $\text{bulkdichtheid} = 1 / (4,67 * (\% \text{ OS} / 100) + 0,69)$ . Voor de bovengrond is op deze manier gerekend met een bulkdichtheid van 886 kg/m<sup>3</sup>, voor de ondergrond met 1001 kg/m<sup>3</sup>, op basis van de gemeten organische stofgehalten. Deze relatief lage inschatting van de bulkdichtheid geeft een conservatief beeld van de N-mineraal gehalten in de bodem (wanneer omgerekend naar kg/ha).

De eerste meting vond plaats voorafgaand aan de eerste bijbemesting. De gehalten in de verschillende proefveldjes aan het begin van het seizoen waren niet gelijk. De nulmeting liet het laagste gehalte zien in de veldjes die met digestaat bemest zullen worden (82 kg N-min/ha), het hoogste gehalte in de veldjes die met OPF bemest zullen worden (134 kg N-min/ha) (Figuur 4-1). De controle behandeling had voorafgaand aan de proef een gehalte van 110 (kg N-min/ha). In de ondergrond (mengmonster) was aan het begin van de proef een ruime hoeveelheid stikstof van 160 (kg N-min/ha) aanwezig.



Figuur 4-1: Verloop van N-min gehalten in de bodem ( $N-NO_3$  en  $N-NH_4$ ) in kg/ha (linkeras). Op de rechteras staat de hoeveelheid minerale N (in de vorm van  $N-NH_4$ ) weergegeven die op de 3 verschillende tijdstippen is bijbemest. De verticale groene kolom geeft de bemesting met digestaat aan, de verticale oranje kolom met OPF.

Na de eerste bijbemesting stijgen de N-mineraal gehalten in de veldjes met digestaat licht, maar dalen ze sterk in de veldjes die bemest zijn met de opgeloste OPF korrel. De controle begint vanaf dat moment tot half juli te zakken, tot een minimum van 56 kg N-min/ha op 9 juli. Na de tweede bemesting op 12 juni stijgen de gehalten aan N-min in de bodem in de digestaat sneller dan in de OPF. In de digestaat is een grotere fractie direct opneembaar N-min aanwezig dan in de OPF, maar mogelijk mineraliseert de organische fractie van de digestaat ook sneller dan die van de OPF. Na de bemesting eind juli stijgen de gehalten in digestaat en OPF nog verder, tot maxima van 226 kg N-min/ha voor de digestaat, en 167 kg/ha voor de OPF.

Op het referentiebedrijf heeft de fruitteiler 3 N-min metingen op de percelen uitgevoerd. Aan het begin van de teelt (30 april) varieerden de N-mineraal gehalten in de grond tussen 44 en 67 kg N/ha. Een maand later (27 mei) zijn de N-min gehalten licht gestegen (74-78 kg N/ha). Gedurende de zomer zijn geen N-min metingen gedaan. Op 30 oktober zijn de gehalten gezakt naar 39-43 kg N/ha.

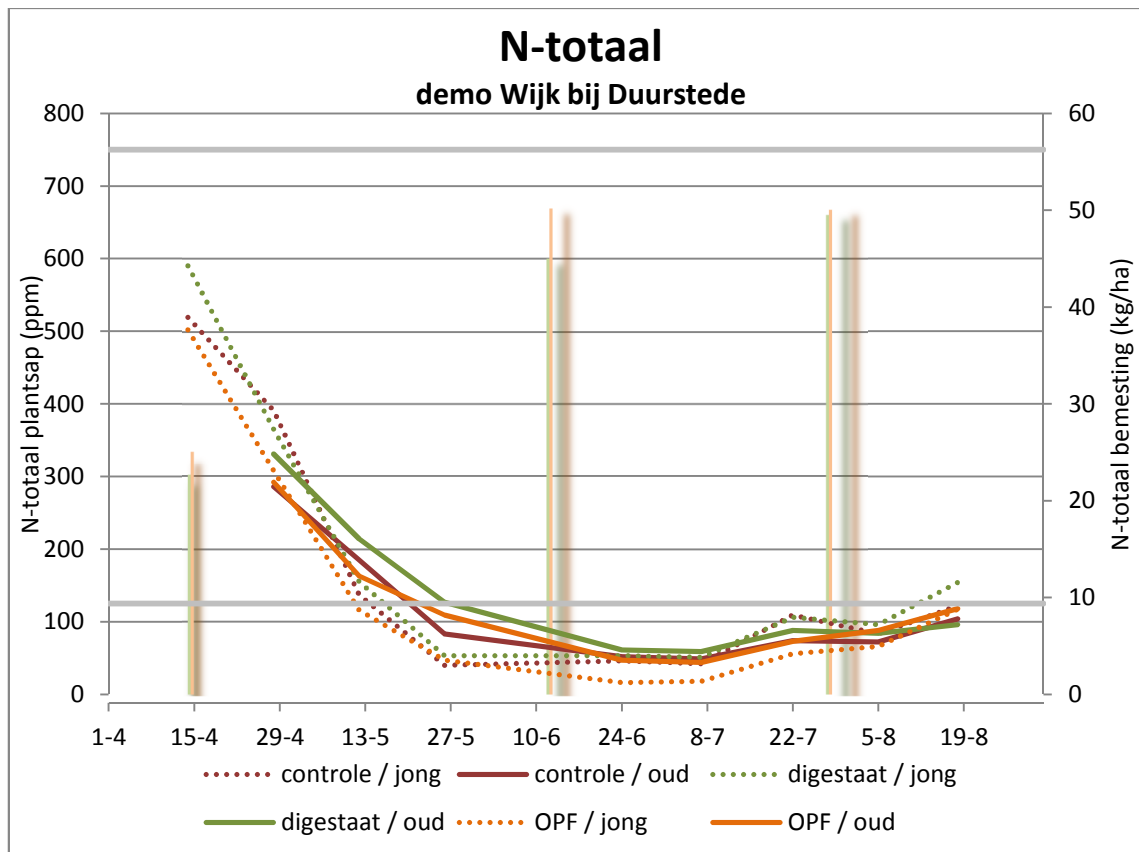
### 4.3 Plantsapmetingen

Vanaf de eerste bemesting op 14 april zijn om de twee weken plantsapmetingen uitgevoerd aan het oude en jonge blad. Bij de eerste meting zijn alleen nutriënten in het jonge blad bepaald. In totaal zijn er 9 metingen uitgevoerd. In bijlage 3 staan de resultaten van deze metingen.



### 4.3.1 Totaal-stikstof, ammonium en nitraat

Met de bijbemesting met de vloeibare meststoffen is geprobeerd om de N-totaal gehalten in het plantsap te verhogen. In zowel het jonge als het oude blad blijft de behandeling met OPF iets achter in N-totaal en N-NH<sub>4</sub> in vergelijking met het gefilterde digestaat. Het gangbare referentie perceel ligt tot eind juli een stuk hoger in N-totaal en N-NH<sub>4</sub>. De nitraatwaarden vertonen een piek eind augustus. De stikstofwaarden in de boom in de demo nemen gedurende het seizoen af, terwijl de N-mineraal cijfers in de bodem stijgen. De boom lijkt geen gebruik te maken van de stikstof in de bodem. In Figuur 4-2 staan de plantsapmetingen voor N-totaal weergegeven, de overige metingen aan stikstof staan in Bijlage 3.



Figuur 4-2: Verloop van N-totaal in plantsapmeting. Doorgetrokken lijnen zijn in het oude blad gemeten, gestippelde lijnen in het jonge blad. De verticale balk geeft (met de hoeveelheden op de rechter verticale as) de bemestingshoeveelheid aan in kg/ha.

### 4.3.2 Suikergehalte

De suikers van de objecten in de proef liggen boven de streefwaarden die zijn vastgesteld door het laboratorium. Suikers stijgen naarmate de stikstofgehalten in de plant laag zijn. Over het algemeen kan gesteld worden dat de cijfers in de proef en referentie percelen qua stikstof laag zijn.

### 4.3.3 Kalium, magnesium, calcium, natrium

Het element kalium daalt sterk bij de referentie Zuidoost Beemster, naarmate de oogst nadert wordt kalium onttrokken door de vruchten. In de demo Wijk bij Duurstede ontstaat een ook een dip in de cijfers begin augustus, maar dit zet echter niet door, waardoor voldoende overblijft voor de vruchten tot het moment van de oogst.

De verhouding tussen de elementen kalium, magnesium, calcium en natrium is in de demo Wijk bij Duurstede opvallend goed, uitgezonderd natrium. De elementen zitten naar de oogst toe tussen de streefwaarden. Natrium zit vaak het element calcium in de weg, dit wordt nog eens extra versterkt door hoge gehalten aan kalium.

#### **4.3.4 Zwavel, chloor en fosfor**

Zwavel in de twee biologische teelten sterk afwijkend van het gangbaar object. Zwavel bespuitingen kunnen hierop van invloed zijn. Het element fosfaat zit in de demo binnen de streefwaarden, hoog opneembaar fosfaat gaat vaak ten koste van de spoorelementen vooral ijzer en mangaan. Daarom is het belangrijk om fosfaat goed te monitoren in het seizoen, zeker omdat dit element nogal eens voorkomt in organische meststoffen.

#### **4.3.5 Ijzer, mangaan en zink**

Ijzer, Mangaan en Zink hebben een onderlinge relatie met elkaar. Het is belangrijk om voldoende van alle drie deze elementen in de plant te krijgen, maar ook een onderlinge balans te creëren. Het is bij de spoorelementen belangrijk om naar de jonge delen te kijken en of deze delen nog voldoende van deze elementen bevatten.

#### **4.3.6 Borium en silicium**

De silicium waarden liggen binnen de streefwaarde. Borium is opvallend laag in referentie Zuidoost Beemster en de gangbare data, dit behoeft aandacht in de teelt, zeker gezien de verhouding met mangaan en zink. Borium is zeer lastig in de plant te krijgen en net zoals calcium is het belangrijk om voldoende in de jongen delen te hebben. Hierbij spelen een actief verdampend gewas en het verkrijgen van jonge wortelpuntjes een belangrijke rol.

#### **4.3.7 Koper, molybdeen en aluminium**

De kopergehalten in het plantsap bevinden zich ver boven de streefwaarden. Hier is het effect van bladbespuitingen duidelijk zichtbaar. De waarden zijn zeer hoog gedurende het gehele teeltseizoen, en het is niet ondenkbaar dat dit een effect op de plant heeft. Vanuit een mineralen oogpunt is het belangrijk om naar de interactie met molybdeen, borium en silicium te kijken. Tevens kunnen de waarden toxisch zijn en een direct invloed op de plant hebben. De interactie tussen molybdeen en koper is bekend, echter er is vaak een tekort aan molybdeen in de bodem, waardoor de plant onvoldoende van dit element kan opnemen. Molybdeen kan bij een hoge bodem pH in principe gemakkelijk de plant in, maar dan moet het element er wel zijn. Het is ook mogelijk om dit aan te brengen middels een bladbespuiting. Algemene leidraad is om minimaal 0,5 ppm in de plant te verkrijgen.

### **4.4 Bodemleven**

Aan het bodemleven zijn geen aparte metingen uitgevoerd, maar bij het uitbrengen van het digestaat is wel sterfte van regenwormen waargenomen, die als gevolg van de bemesting naar de oppervlakte kwamen.

## 5 Discussie en conclusie

De bemesting met vloeibare meststoffen heeft geleid tot een aanzienlijke stijging van de N-mineraal gehalten in de bodem. Bij de laatste meting op 5 augustus is het N-mineraal gehalte in de bodem in de digestaat behandeling 150 kg N/ha hoger dan in de controle, en de OPF behandeling 91 kg N/ha hoger. Dit verschil met de controle komt globaal overeen met de hoeveelheid toegediende N-mineraal door middel van digestaat en OPF.

Omdat de digestaat een groter percentage N-min bevat (49%), is in deze behandeling 55 kg N-min/ha toegediend. Omdat deze hoeveelheid geconcentreerd is aangebracht op de zwartstrook (34% van het totale oppervlak), is deze hoeveelheid omgerekend op alleen de zwartstrook gelijk aan 160 kg N-min/ha. De OPF bevat een kleinere hoeveelheid N-min (32%), waardoor in de behandeling 40 kg N-min/ha is toegediend. Omgerekend is dat op de zwartstrook 116 kg N/ha. Daarnaast mineraliseert er ook stikstof tijdens het seizoen vanuit de bodem, vanuit de organische gebonden stikstof in de meststoffen, en vanuit de voorraadbemesting. Tegelijkertijd verdwijnt er stikstof door opname door de boom, en mogelijk ook door uitspoeling en/of denitrificatie.

Ondanks de hoge N-mineraal gehalten in de bodem, stijgen de ammonium en N-totaal gehalten in de plantsap analyse nauwelijks door de bijbemesting. Vanaf eind mei zakken de waarden in het plantsap onder de streefwaarden, zowel in de controle als in de bijmest varianten. Dit beeld komt overeen met de bladstand, die in alle behandelingen niet voldoende is. Het gewas geeft niet weer, wat er aan stikstof in de bodem beschikbaar is. Daarnaast is de blad/vruchtverhouding niet optimaal, waardoor de boom moeite heeft om de vruchten voldoende groot te krijgen. Ook het gangbare referentie bedrijf zakt overigens een deel van het seizoen onder de streefwaarden, maar vertoont vanaf eind mei in het jonge blad weer een stijgende lijn, waarbij vanaf begin juli de waarden wel boven de streefwaarden uitkomen.

Een tweede reden waarom we geen stijging in de plantsap gehalten meten, zou kunnen zijn dat er weliswaar stikstof door de boom opgenomen wordt, maar dat deze getransporteerd en opgeslagen wordt in de houtige delen, en niet in het blad. Uit onderzoek met een ruime bemesting met gelabelde stikstof ( $^{15}\text{N}$ ) is bekend dat 47% van de stikstof in het blad van peren (twee jaar oude Abbé Fetel op Kwee C) afkomstig is van remobilisatie uit het hout, terwijl 53% van de stikstof door de wortels is opgenomen tijdens het seizoen (Quartieri *et al*, 2002).

Uit het onderzoek van Quartieri blijkt ook dat de stikstofopname door de wortels (het deel daarvan dat vervolgens naar het blad gaat), hoofdzakelijk plaatsvindt in de periode half maart tot half juni (48% van de stikstof). In de periode van eind juni tot aan de oogst, wordt nog maar 5% van de stikstof die in het blad terechtkomt, opgenomen uit de bodem. De resterende stikstof in het blad (47%), komt uit remobilisatie uit de houtige delen.

In Quartieri's onderzoek komt de stikstof die na half juni gegeven is, niet meer in het blad terecht. Dit zou ook een mogelijke verklaring kunnen zijn voor het gebrek aan 'effect' op de plantsap gehalten van het tweede en het derde bijmestmoment in de door ons uitgevoerde demo, op 12 juni en 28 juli. Overigens dalen de gehalten in de bodem in de controle in deze periode ook. Dit zou door gewasopname (en transport naar andere delen van de boom, zoals wortels of hout), of door uitspoeling kunnen komen.

Uit hetzelfde onderzoek blijkt ook dat van de totale hoeveelheid stikstof die de bomen opnemen door de wortels, 50% naar de houtige delen gaat, 46% naar het blad, en 4% naar de vruchten. Uit dit onderzoek volgde echter niet in welke periode de stikstof vooral naar de houtige delen gaat, of dat de totale stikstofopname door de wortels na half juni stil komt te liggen.

In een eerder onderzoek naar stikstofremobilisatie en wortelopname door peren (Tagliavini *et al*, 1997), vonden de onderzoekers dat de hoeveelheid stikstof in het (cluster)blad, in het ballonstadium van de bloei maar voor een klein deel (12%) afkomstig is van stikstofopname door de wortels uit de grond. Dit neemt in een periode van een maand, geleidelijk aan toe tot 46% van de stikstof in het blad. Ook voor de bloemen geldt dat in het ballonstadium maar 10% van de stikstof uit de grond afkomstig is. Op het moment van het afvallen van de bloemblaadjes (11 dagen later) is 12% van de stikstof afkomstig uit de bodem. De hoeveelheid stikstof in de vruchten die afkomstig is uit de bodem neemt scherp toe tussen het moment van zetting en de start van de groei van de vruchten, maar blijft altijd kleiner dan de hoeveelheid stikstof die geremobiliseerd wordt uit het hout. Aan het einde van de bloei is het clusterblad nog niet helemaal ontwikkeld, en alleen de stikstof uit de bodem kan dan het clusterblad nog bereiken. Het nieuwe blad aan de scheuten bevat relatief meer stikstof afkomstig uit de bodem.

Er zijn ook nog andere factoren denkbaar, die de opname van stikstof en de omzetting in het blad blokkeren. Mogelijk interfereert de bladbespuiting met koper met een aantal processen in de boom, waardoor de stikstofopname en omzetting niet optimaal verloopt. In de literatuur over druiventeelt zijn aanwijzingen te vinden dat een teveel aan koper de opname van mineralen en de groei van planten remt, waarbij veranderingen optreden in respiratie en fotosynthese. Een overmaat aan koper kan mogelijk ook een tekort aan andere sporenelementen, met name Molybdeen, maar ook IJzer, Mangaan en Zink, versterken. Molybdeen is onderdeel van het enzym nitraat reductase, dat de reductie van nitraat naar nitriet katalyseert gedurende de assimilatie. Een tekort aan molybdeen kan daarmee ook een stikstoftekort veroorzaken (Taiz en Zeiger, 2006).

Hoewel deze demo maar beperkt van opzet is, kunnen we voorlopig concluderen dat alleen de bijbemesting met vloeibare, organische meststoffen met een hoog N-min gehalte tijdens de teelt, niet voldoende is om het probleem van de stikstofvoorziening van de boom in het voorjaar op te lossen. Dit ondanks het feit dat digestaat en OPF op zichzelf snelle leveranciers van minerale stikstof zijn.

Een mogelijke ingang om verder te komen, is het onderzoeken van de optimalisatie van stikstofvastlegging en remobilisatie vanuit het hout, om zo de voorjaarsbeschikbaarheid van stikstof te verbeteren. Daarnaast is het zinvol om meer zicht te krijgen op de negatieve effecten van bladbespuitingen, waarbij ook de interactie met andere (sporen)elementen van belang kan zijn.

## Literatuur

- Bloksma, J (red.) (2003) **Biologische appels en peren. Teeltmaatregelen voor kwaliteitsfruit.** Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Cambrollé, J, JL García, ME Figueroa en M Cantos (2015) **Evaluating wild grapevine tolerance to copper toxicity.** Chemosphere 120, 171-178.
- Quartieri, M., P. Millard en M. Tagliavini (2002) **Storage and remobilisation of nitrogen by pear (*Pyrus communis* L.) trees are affected by timing of N supply.** European Journal of Agronomy, 105-110.
- Tagliavini, M., M. Quartieri and P. Millard (1997) **Remobilised nitrogen and root uptake of nitrate for spring leaf growth, flowers and developing fruits of pear (*Pyrus communis* L.) trees.** Plant and Soil 195, 137-142.
- Taiz, L and E. Zeiger (2006) **Plant Physiology.** Chapter 5: Mineral Nutrition, 73-93.



## Bijlage 1: Analysecijfers bodem

### Bodemanalyse biologische referentie percelen

Tabel 5-1: Basis gegevens bodem (analysegegevens januari 2011) van drie biologische referentie percelen in Zuidoost-Beemster

		Achter Huis	2009	Frans
Organische stof	%	9.6	10.2	15.8
Lutum	%	25	35	26
Afslibbaar (berekend)	%	34-42	48-57	35-43
Zuurgraad		7.0	7.0	6.8
N-leverend vermogen	kg N/ha	188	170	187
P-beschikbaar (P-PAE)	mg P/kg	14.7	3.9	24.0
P-voorraad (P-AL)	Mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100g	175	97	215
Pw	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l	136	72	174

## Bijlage 2: Analysecijfers meststoffen

Tabel 5-2: Analysecijfers van gefilterd digestaat en Organic Plant Feed (Altic) in vers product en droge stof.

Parameter	Eenheid	Gefilterd digestaat		Organic Plant Feed		
		vers	droge stof	vers	droge stof	
Droge stof	DS	%	6.7		98.3	
Totaal stikstof	N	g/kg	5.6	82.5	137.8	140.2
Organisch stikstof	N-org	g/kg	3.0	43.8	94.1	95.8
Ammoniumstikstof	NH <sub>4</sub> -N	g/kg	2.6	38.7	43.7	44.5
Nitraatstikstof	NO <sub>3</sub> -N	g/kg	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Fosfor	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	g/kg	2.0	30.3	5.3	5.4
Kalium	K <sub>2</sub> O	g/kg	5.1	75.5	48.2	49.1
Magnesium	MgO	g/kg	< 1.0	5.7	11.7	11.9
Calcium	CaO	g/kg	2.0	29.3	42.3	43.0
Natrium	Na <sub>2</sub> O	g/kg	1.9	28.4	25.1	25.5
Zwavel	SO <sub>3</sub>	g/kg	3.4	50.6	86.0	87.5
Boor	B	mg/kg	7	100	16	16
Koper	Cu	mg/kg	4	52	5	5
IJzer	Fe	mg/kg	2109	31296	800	814
Mangaan	Mn	mg/kg	74	1096	146	148
Molybdeen	Mo	mg/kg	< 1	5	< 1	< 1
Zink	Zn	mg/kg	23	346	22	22
Chloride	Cl	g/kg		2.8	160	163
Geleidbaarheid	EC	mS/cm	5.54		-	
Organische stof	OS	%	3.3	48.8		72.9
Asrest	AS	%	3.5	51.2		27.2



### **Bijlage 3: Analysecijfers plantsap**

De analysecijfers van het jonge blad zijn weergegeven door stippellijnen, de analysecijfers van het oude blad met doorgetrokken lijnen. Op de rechteras staat de bemesting met het betreffende element door middel van de bijbemesting met gefilterd digestaat en OPF. De dunne verticale kolommen geven de hoogte en het moment van bijbemesting aan: groen voor digestaat, oranje voor OPF. De grijze horizontale lijnen in de grafiek geven de streefwaarden weer, zoals die op dit moment door NovaCropControl gehanteerd worden.

