



Coördinatiecentrum praktijkgericht onderzoek en voorlichting Biologische Teelt vzw

## TECHNISCH VERSLAG

# *‘Effecten van bodembeheer en bemesting op de bodemmicrobiologie’*

*Zoektocht naar een eenvoudige indicator voor bodemkwaliteit*

CCBT vzw (coördinatie)  
pcfruit vzw – Proeftuin pit en steenfruit (proefopzet)  
Inagro (proefopzet)  
PCG (proefopzet)  
Proefcentrum Pamel (proefopzet)  
Instituut voor Landbouw en Visserijonderzoek (ILVO)(analyses en rapportering)

### **Voor meer informatie:**

Koen Willekens (ILVO Eenheid Plant, Teelt en Omgeving),

koen.willekens@ilvo.vlaanderen.be, 09/272.26.73

Jane Debode (ILVO Eenheid Plant, Gewasbescherming), jane.debode@ilvo.vlaanderen.be,  
09/272.24.80

Carmen Landuyt (CCBT), carmen.landuyt@ccbt.be, 09/381.86.82

[\(Het samenvattend verslag is online beschikbaar\)](#)

# TECHNISCH VERSLAG

## 1. Inleiding

Op welke manier valt snel, eenvoudig en betrouwbaar de microbiële activiteit in een bodem te meten? In hoeverre is een bepaalde microbiële bodemactiviteit een indicator voor bodemkwaliteit? Dit zijn de onderzoeksvragen die werden getracht te beantwoorden in dit project.

Microbiële activiteit speelt een belangrijke rol bij veel bodemfuncties. Bacteriën en schimmels breken organisch materiaal af en binden nutriënten of maken ze vrij. Een divers en actief microbiel bodemleven wordt gelinkt aan gunstige effecten op de bodemstructuur en de weerbaarheid van de bodem.

Voor de analyse van de bodemstalen werden drie verschillende microbiologische bepalingsmethoden naast elkaar gezet: de RUSCH-test, de fosfolipide vetzurenanalyse (PLFAs) en een moleculaire techniek (DGGE). De bodemstalen waren afkomstig van bestaande bemestings- en bodembeheerproeven uitgevoerd door de praktijkcentra op de eigen biopercelen of op die van telers, en bijkomend van twee biologische fruitpercelen zonder proefopzet. Tegelijk met de bodemmicrobiologie bepaalden we ook een aantal chemische indicatoren voor de bodemkwaliteit, omdat die mede de vastgestelde verschillen in de bodemmicrobiologie kunnen verklaren. Met name bepaalden we de totale organische koolstof (TOC), de heet water extraheerbare koolstof (HWC), de pH-KCl en de totale stikstof (N<sub>tot</sub>).

De staalname werd uitgevoerd in het voorjaar van 2014, vóór toepassing van enige bodembewerking en bemesting. het betrof telkens de 0-20 cm bodemlaag. De staalname werd herhaald in 2015.

In het kader van het 'Bio in beeld' project werd in 2014 bijkomend de bodem van 30 biologische percelen van in hoofdzaak praktijkbedrijven (90%) op eenzelfde wijze bemonsterd. Akker- en graslandpercelen, respectievelijk 9 en 10 in aantal, betroffen de sector van de grondgebonden veehouderij. Op het akkerland werd in een groenbedekker bemonsterd die na de oogst van het graangewas was ingezaaid in 2013. De overige 11 percelen betroffen intensieve vollegrondstuinbouw waar prei de (voor)vrucht was, aangeplant in 2013. De bodemstalen werden geanalyseerd voor fosfolipide vetzuren en de hierboven vermelde chemische bodemindicatoren. De doelstelling daarbij was om de bodemkwaliteit te relateren aan teeltsysteem en/ of voorvrucht, en ook hier op zoek te gaan naar een geschikte indicator (kengetal) voor de algemene bodemkwaliteit. Dit betekende een uitbreiding van onze dataset wat van pas kwam voor het vaststellen van correlaties tussen indicatoren. De resultaten werden geïntegreerd in dit rapport.

## 2. Methodes

### 2.1. RUSCH-test

Met de RUSCH-test wordt het aantal bacteriën in een bodemextract onder de microscoop geteld. De bacteriën worden op twee verschillende manieren uit de bodem geëxtraheerd. Het extractiemiddel van techniek 1 is een fysiologische zoutoplossing, wat na bebroeding van de bodem (48 uren op 27°C) het tellen en detecteren van coccen mogelijk maakt (t1). Deze coccen zijn bacteriën die instaan voor de vertering van vers organisch materiaal. Het extractiemiddel van techniek 2 is dezelfde zoutoplossing waaraan suikers worden toegevoegd. Hiermee wordt de afgifte van exudaten door de wortels in de bodem nagebootst wat resulteert in een activering van staafjesvormige, voor de plantengroei nuttige bacteriën in de

wortelomgeving (rhizosfeer). Met deze techniek worden an bebroeding van de bodem zowel de coccen als de staafjes geteld (t2). 't1' is een maat is voor zich voordoende afbraak van verse organische plantenresten in de bodem, terwijl 't2-t1' een maat is voor 'rhizosfeer'. Des te groter het verschil 't2-t1', des te meer begunstigt de bodem de wortelactiviteit en gewasontwikkeling. Afbraak (t1) is evenwel de basis voor de vorming van rhizosfeer (t2-t1). 't2-t1' duidt op de actuele bodemvruchtbaarheid terwijl 't1' toekomstige bodemvruchtbaarheid inhoudt. Hoe lager de verhouding 't2/t1' hoe groter de kans op groeiremming omdat wortelvorming niet vlot in een bodem met veel afbraakactiviteit. 't2/t1' dient 3 of meer te bedragen om groeiremming uit te sluiten. 't2/t1 < 1.5' duidt op (erg) sterke groeiremming. 't2-t1 < 100' op een zwakke rhizosfeer en 't2-t1 > 150' op een sterke rhizosfeer.



**Figuur 1.** Links = zoutoplossing (techniek 1); rechts = suikeroplossing (techniek 2).  
Schuimontwikkeling (rechts) wijst op bacteriële activiteit

Hoewel de RUSCH-test ingang heeft gevonden als indicator voor bodemkwaliteit in de biologische teelt is er nog weinig onderzoek gedaan naar de wetenschappelijke waarde van deze methode. Eén van de doelstellingen van ons onderzoek is de wetenschappelijke waarde van de RUSCH-test te onderzoeken door de resultaten van deze techniek te vergelijken met de resultaten van recentere, meer gecompliceerde analysemethodes, de PLFA- en DGGE analyses.

## 2.2. Phospholipid Fatty Acid (PLFA) analyse

Met Phospholipid Fatty Acid of fosfolipide vetzuren worden de fosfolipide vetzuren aanwezig in een bodemstaal geanalyseerd d.m.v. gaschromatografie. Fosfolipide vetzuren zijn aanwezig in alle membranen van levende wezens en bepaalde vetzuren zijn specifiek voor bepaalde functionele microbiële groepen in het bodemvoedselweb (gram-positieve bacteriën, gram-negatieve bacteriën, schimmels, mycorrhiza,...). We kunnen de resultaten opdelen in 6 groepen organismen (niet specifieke bacteriën, Gram-positieve bacteriën, Gram-negatieve bacteriën, schimmels, actinomyceten en mycorrhiza) die bepaald worden door 20 vetzuren .

## 2.3. DGGE

Met DGGE wordt de genetische diversiteit van een specifieke microbiële groep in de bodem (bv. de bacteriën) bepaald. Hierbij wordt een stukje DNA vermeerderd dat exclusief voorkomt binnen deze specifieke microbiële groep. De genetische samenstelling van dit DNA wordt dan in kaart gebracht in de vorm van een bandenpatroon. Het aantal banden is een weerspiegeling van de diversiteit en de

intensiteit van een band is een maat voor de relatieve aanwezigheid van een microbiële subgroep. Met deze techniek kunnen enkel de meest voorkomende subgroepen in de gemeenschap worden weergegeven.

#### **2.4. Chemische indicatoren**

TOC werd gemeten op ovengedroogde (70 °C) bodemstalen door droge verbranding bij 1050 °C met een Skalar Primacs SLC TOC-analysetoestel overeenkomstig ISO 10694. Voor bodems met een pH-KCl > 6.5, werd de anorganische koolstof afzonderlijk bepaald.

Ntot werd bepaald door droge verbranding (Dumas principe) met een Thermo flash 4000 overeenkomstig ISO 13878.

pH werd potentiometrisch gemeten in een 1M KCl oplossing (1:5 v/v) overeenkomstig ISO 10390.

HWC werd bepaald volgens de methode van Haynes and Francis (1993). Bodemmonsters (equivalent met 5 g ovendroog gewicht) werden ingewogen in 50 ml polypropyleen centrifugebuisjes en 25 ml gedemineraliseerd water werd toegevoegd. De busjes werden afgesloten en gedurende 16 h in een heetwaterbad geplaatst bij 70 °C. Op het einde van de extractieperiode werden deze busjes gecentrifugeerd en het supernatant werd gefilterd doorheen door een Machery-Nagel mn640d filter. De totale hoeveelheid C in de extracten werd bepaald door droge verbranding bij 1050 °C met een Skalar Primacs SLC TOC analysetoestel (Skalar, Breda, Nederland).

### 3. Resultaten

#### 3.1. Pamel

##### 3.1.1. Proefopzet

###### *Zwavelproef 2014 & 2015*

S0 = geen zwaveltoepassing

S1 = zwavel dosis (1,5kg /18 m<sup>2</sup>) in 1 maal toegediend,

S2 = zelfde dosis maar in 2x toegediend,

S3 = zelfde dosis maar in 3x toegediend,

S4 = zelfde dosis maar in 4x toegediend;

h = herhaling 1,2,....

na staalname in voorjaar 2014 één ronde boerenkool,

zwavel resulteerde niet in de beoogde pH-daling

###### *Bemestingsproef bij frambozenteler 2014 (EVE)*

3 = 100% N-advies vaste organische handelsmeststoffen

7 = 13.8 ton groen-kippenmest + vaste organische handelsmeststoffen

8 = 22.4 ton groencompost + vaste organische handelsmeststoffen

9 = 100% N-advies vloeibare organische handelsmeststoffen

10 = geen bemesting (=getuige)

h = herhaling 1,2,....

###### *Stikstofbemestingsproef 2015*

200N = 200% van het advies (= 93 kg N ha<sup>-1</sup>),

100N = 100% van het advies

0N = blanco

h = herhaling 1,2,....

##### 3.1.2. Rusch resultaten

###### *Zwavelproef 2014-2015*

Op basis van de testresultaten van 2014 kan gesteld worden dat er in de bodem van de zwavelproef zich geen of een beperkt risico op groeiremming voordoet gezien de goede verhouding t<sub>2</sub>/t<sub>1</sub> (2.7 ± 0.8) samenhangend met een beperkte afbraak (t<sub>1</sub> = 93 ± 46) en relatief sterke rhizosfeer (t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub> = 131 ± 62) (Tabel 1). Dit wordt bevestigd door de testresultaten in 2015 en vergelijkbaar met de uitkomst van de RUSCH-testresultaten in de serre bij PCG. Hoewel er geen significante verschillen werden vastgesteld zien de resultaten er iets beter uit voor S1 dan voor S0, en dit in beide jaren (meer rhizosfeer 't<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>' en hogere 't<sub>2</sub>/t<sub>1</sub>'). De zwavelbemesting is een minerale toeslagstof, waarvan het effect op de afbraak en omvorming van organisch stof wellicht eerder beperkt is.

###### *Frambozenproef 2014*

De resultaten zijn moeilijk te duiden mede door de grote variatie in meet- en afgeleide waarden tussen de herhalingen van de behandelingen met herhalingen.

###### *Stikstofbemestingsproef 2015*

In dit proefopzet domineert de voorgeschiedenis (het resultaat, de waarden variëren niet tussen bemestingsdoses en zijn globaal genomen weinig variabel. De sterke afbraak 156 ± 33

en weinig rhizosfeer  $12 \pm 29$ . Negatieve 't2-t1' waarden komen evenwel enkel voor bij de hoogste bemestingsdosis (200% van de adviesbemesting). Er zijn echter ook geen wezenlijke verschillen tussen doses organische korrelmeststof. De hoge afbraakactiviteit stamt van de gescheurde rijk bemeste paardenweide en de toepassing van paardenmest voor de jonge aanplant. De hoge t1 zou op de korte termijn moeten resulteren in een goede rhizosfeer.

**Tabel 1.** Rusch resultaten Pamel

	t1	t2	t2/t1	t2-t1
<b>Zwavelproef 2014</b>				
S4_h1	121	295	2,44	174
S4_h2	56	237	4,23	181
S4_h3	173	352	2,03	179
S3_h1	148	426	2,88	278
S3_h2	130	158	1,22	28
S3_h3	50	125	2,50	75
S0_h1	104	192	1,85	88
S0_h2	50	143	2,86	93
S0_h3	163	269	1,65	106
S2_h1	55	159	2,89	104
S2_h2	41	144	3,51	103
S2_h3	74	166	2,24	92
S1_h1	116	301	2,59	185
S1_h2	74	239	3,23	165
S1_h3	37	147	3,97	110
<b>Zwavelproef 2015</b>				
S0_h1	69	198	2,87	129
S0_h2	13	84	6,46	71
S0_h3	36	77	2,14	41
S1_h1	59	129	2,19	70
S1_h2	82	279	3,40	197
S1_h3	79	356	4,51	277
<b>Frambozenproef 2014</b>				
EVE_3_h1	202	249	1,23	47
EVE_7_h1	178	332	1,87	154

EVE_8_h1	202	298	1,48	96
EVE_9_h1	161	248	1,54	87
EVE_9_h2	112	278	2,48	166
EVE_9_h3	97	109	1,12	12
EVE_10_h1	290	250	0,86	40
EVE_10_h2	54	90	1,67	45
EVE_10_h3	83	173	2,08	90
<b>Stikstofbestedingsproef 2015</b>				
0N_h2	112	141	1,26	29
0N_h3	139	153	1,10	14
0N_h4	160	194	1,21	34
PPK_FS_100N_h1	153	162	1,06	9
PPK_FS_100N_h2	146	172	1,18	26
PPK_FS_100N_h3	147	183	1,24	36
PPK_FS_100N_h4	136	172	1,26	36
PPK_FS_200N_h1	202	159	0,79	-43
PPK_FS_200N_h2	218	182	0,83	-36
PPK_FS_200N_h3	116	160	1,38	44
PPK_FS_200N_h4	191	174	0,91	-17

### 3.1.3. PLFA

#### *Zwavelproef*

In 2014 werden er meer mycorrhiza gemeten in de controle dan in de zwavelbehandeling, terwijl in 2015 meer G+ bacteriën in de controle werden gemeten dan in de zwavelbehandeling (Tabel 2). De bekendste zwavelbacterie, *Thiobacillus*, is G-, maar in deze groep werden geen verschillen gemeten, wat er op wijst dat de zwavelbehandeling geen invloed had op deze bacterie. Algemeen werden er geen significante verschillen in totale biomassa in allebei de jaren opgemeten, wat erop wijst dat in deze proef zwavel geen groot effect had op het algemene bodemleven.

**Tabel 2.** PLFA resultaten van de zwavelproef bij Pamel in 2014 en 2015.

Groep	2014 (2 herhalingen)	2015 (3 herhalingen)
Bacteriën (niet-specifiek)	=	=
Gram+ bacteriën	=	S1<S0
Gram- bacteriën	=	=
Actinomycetes	=	=
Fungi	=	=
mycorrhiza	S1<S0	=
Totale biomassa	=	=

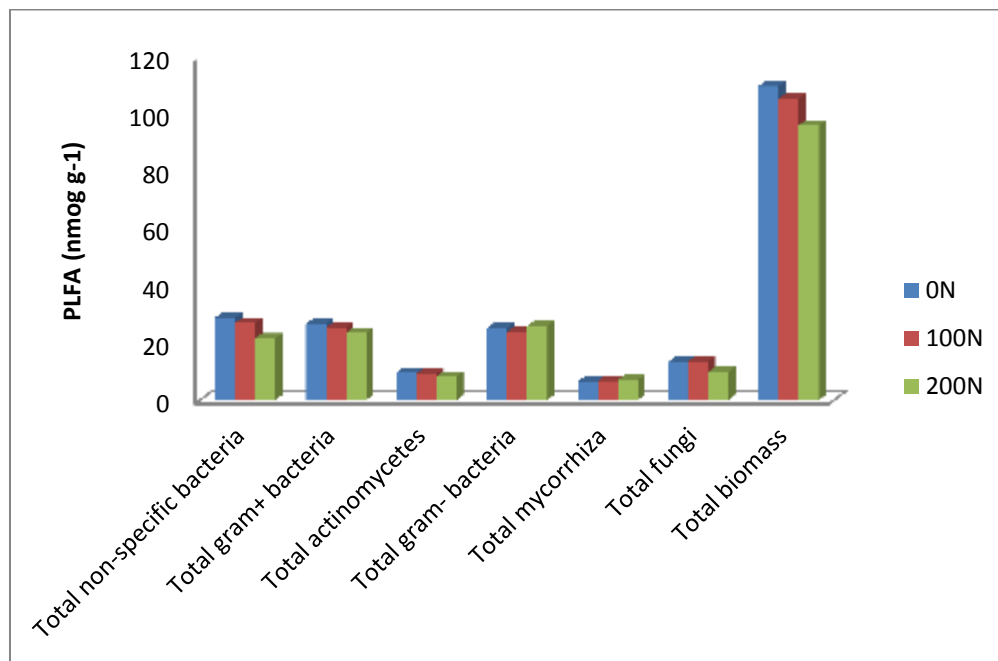
= : geen verschillen tussen de behandelingen, < : significant minder PLFA (nmol C/g grond) aanwezig

#### **Frambozenproef 2014**

Er werd een mengstaal genomen van de drie herhalingen van object 9 en 10 en dit mengstaal werd geanalyseerd met PLFA. Er werden geen grote verschillen tussen de twee behandelingen waargenomen voor alle 6 de groepen (data niet weergegeven).

#### **Stikstofbemestingsproef**

Aangezien er geen herhalingen werden geanalyseerd, kon er geen statistische analyse van deze waarden worden uitgevoerd. Maar uit Figuur 2 blijkt dat voor alle 6 de groepen, de waarde van de 200N behandeling lager was.



**Figuur 2.** PLFA waarden van de N proef in Pamel.



### 3.1.4. DGGE

#### Zwavelproef 2014

Er zijn significant minder bandjes in de S1 behandeling dan in de S0 behandeling, wat wijst op minder bacteriële diversiteit in de zwavelbehandeling (Figuur 3).



**Figuur 3.** DGGE profielen van 2 herhalingen en 2 behandelingen (S0 en S1) van de zwavelproef in Pamel.

### 3.1.5. Besluit Pamel

Zwavel was niet negatief voor het bodemleven. 200% N (200% van de aanbevolen hoeveelheid) in de stikstofbemestingsproef leek een negatief effect te hebben op het bodemleven.

## 3.2. PCFruit

### 3.2.1. Proefopzet

4 locaties, praktijkpercelen

- **Fruit1:** appelboomgaard; aantal jaren geleden hoge minerale stikstofresidu's, niet gekoppeld aan bemesting, maar vanwege hoge mineralisatiegraad; bemesting enkel bloedmeel (500 kg per ha) in maart
- **Fruit2** oude perenaanplant; traditioneel drijfmestbemesting, 2015 echter biomix 2 (60 kg N ha<sup>-1</sup>)
- **Fruit3:** proefopzet: met en zonder digestaat (DIG); natte omgeving, laatst in omschakeling (t.o.v. Fruit1 en Fruit2); in 2014 werd afgestapt van de toepassing van biodigestaat, maar pcfruit hield op 4 proefplots de toepassing ervan aan; bij de staalname in het voorjaar van 2014 was alles dus nog gelijk behandeld.
- **Fruit4** (enkel 2015) gangbaar perceel met klassieke onkruidbestrijding maar waar grasmaaisel vanuit de stroken tussen de bomen onder de bomen wordt gebracht en het snoeihout onder de bomen blijft liggen (deze praktijk van mulchen wordt al 6 à 7 jaar toegepast)

3 tijdstippen

- 2014
- 2015 tijdstip 1 (voorjaar)
- 2015 tijdstip 2 (najaar)

h = herhaling 1,2,....

### 3.2.2. Rusch waarden

**Fruit1 en Fruit2:** De RUSCH-testresultaten geven geen eenduidige verschillen qua bodemkwaliteit aan tussen beide locaties (2014 Fruit1 > Fruit2 en 2015 Fruit1 < Fruit2), mogelijk door het gegeven dat er op beide locaties enkel snelwerkende bemestingsvormen worden toegepast. Voor de locatie Fruit1 lijken de resultaten van 2 opeenvolgende jaren niet met elkaar

overeen te stemmen (2015: 3 van de 4 herhalingen (erg) sterke groeiremming ( $t2/t1 < 1.5$ ) versus 2014: met iets meer rhizosfeer ( $t2-t1$ ) en 3 van de 4 herhalingen  $t2/t1 > 2.0$ ). Er is een zeer grote variatie qua meet- en afgeleide waarden tussen herhalingen. Bij de najaarsstalen van 2015 is de microbiële activiteit onderuit gegaan ten opzichte van de voorjaarsstalen, overeenkomstig de resultaten in de serre van PCG (Tabel 3).

**Fruit3:** Geen duidelijk onderscheid tsn digestaat en bemestingspraktijk teler : teler komt er niet beter uit door geen digestaat meer te gebruiken (het zijn nog steeds snelwerkende bemestingsvormen, dus je zal niet snel verschuivingen zien). Eenmalige toepassing van digestaat in 2015 blijkt geen negatief effect te hebben op het microbiel bodemleven (Tabel 3).

**Fruit1 en Fruit2** hebben betere RUSCH-testresultaten dan Fruit3 (Tabel 3).

**Fruit4:** 3 van de 4 herhalingen zwakke rhizosfeer (Tabel 3), waar we hier het mulchen een sterke rhizosfeer hadden verondersteld. De variatie tussen de herhalingen is wel beperkt voor de meet- en afgeleide waarden. De resultaten zijn stabielier.

**Tabel 3.** Rusch waarden van de proeven van PCFruit

2014	t1	t2	t2/t1	t2-t1				
Fruit1_h1	38	120	3,16	82				
Fruit1_h2	58	143	2,47	85				
Fruit1_h3	151	313	2,07	162				
Fruit1_h4	171	288	1,68	117				
Fruit2_h1	247	345	1,40	98				
Fruit2_h2	197	229	1,16	32				
Fruit2_h3	133	372	2,80	239				
Fruit2_h4	181	284	1,57	103				
Fruit3_DIG_h1	138	209	1,51	71				
Fruit3_DIG_h2	159	233	1,47	74				
Fruit3_DIG_h3	191	246	1,29	55				
Fruit3_DIG_h4	73	98	1,34	25				
Fruit3_h1	101	193	1,91	92				
Fruit3_h2	121	145	1,20	24				
Fruit3_h3	34	109	3,21	75				
Fruit3_h4	286	229	0,80	-57				
2015	t1	t2	t2/t1	t2-t1	t1	t2	t2/t1	t2-t1
	Tijdstip 1				Tijdstip 2			
Fruit1_h1	166	184	1,11	18	15	34	2,3	19
Fruit1_h2	115	106	0,92	-9	20	51	2,6	31
Fruit1_h3	105	245	2,33	140	24	58	2,4	34
Fruit1_h4	197	229	1,16	32	25	58	2,3	33
Fruit2_h1	114	103	0,90	-11	6	29	4,8	23
Fruit2_h2	158	185	1,17	27	19	57	3,0	38

Fruit2_h3	180	353	1,96	173	10	35	3,5	25
Fruit2_h4	137	512	3,74	375	31	47	1,5	16
Fruit3_DIG_h1	128	144	1,13	16	6	15	2,5	9
Fruit3_DIG_h2	134	162	1,21	28	12	20	1,7	8
Fruit3_DIG_h3	76	207	2,72	131	26	17	0,7	-9
Fruit3_DIG_h4	174	177	1,02	3	4	6	1,5	2
Fruit3_h1	104	91	0,88	-13	28	18	0,6	-10
Fruit3_h2	187	260	1,39	73	8	16	2,0	8
Fruit3_h3	151	150	0,99	-1	10	6	0,6	-4
Fruit3_h4	77	168	2,18	91	6	17	2,8	11
Fruit4_h1	109	240	2,20	131				
Fruit4_h2	123	192	1,56	69				
Fruit4_h3	35	72	2,06	37				
Fruit4_h4	74	141	1,91	67				

### 3.2.3. PLFA

Fruit1 en Fruit2 hebben in allebei de jaren hogere PLFA waarden dan Fruit3, maar er is geen verschil bij al dan niet toepassen van digestaat Fruit3 in 2015 (Tabel 4).

**Tabel 4.** PLFA waarden van de proeven van PCFruit

	h	Bacteriën	Gram+ bacteriën	Actino-myceten	Gram-bacteriën	Mycorrhiza	Schimmels	Totale biomassa
nmol C/g grond								
<b>2014</b>								
Fruit1	1	24,26	17,47	7,86	33,25	5,83	16,73	107,59
Fruit2	1	18,37	16,38	7,66	32,49	6,72	13,05	96,05
Fruit3	2	16,07±0,88	14,56±1,20	6,27±0,07	25,26±1,21	5,07±0,06	11,66±1,85	79,87±2,91
Fruit3	2	12,93±0,66	13,81±1,29	6,09±0,99	20,02±1,53	4,21±0,46	8,84±1,47	66,63±3,53
<b>2015</b>								
Fruit1	2	24,49±1,40	26,35±3,25	21,69±2,03	32,21±0,15	8,17±0,62	13,62±1,24	115,67±8,68
Fruit2	2	22,27±4,55	23,42±5,06	17,72±1,87	33,52±7,02	9,24±2,38	12,44±3,05	109,74±23,93
Fruit3_dig	2	18,75±2,45	19,42±2,04	14,86±0,71	23,53±4,47	5,85±0,85	10,38±1,58	85,36±12,09
Fruit3	2	19,07±1,32	20,51±1,46	15,93±0,98	23,77±2,69	6,36±0,18	10,25±0,23	87,92±6,87

### 3.2.4. Besluit PCFruit

Beide technieken duiden erop dat er in Fruit1 en Fruit2 meer microbiel leven in de bodem aanwezig is dan in Fruit3.

In een fruitaanplant verwachtten we eerder een sterke rhizosfeer. Zwakke tot matige rhizosfeer is mogelijk in verband te brengen met snelwerkende bemestingsvormen, maar ook de rhizosfeer op het gangbare proefperceel waar er gemulcht wordt is zwak. Biologische percelen hebben ook allemaal Cu gebruikt (ook van invloed op het bodemleven).

### 3.3. PCG

#### 3.3.1. Proefopzet

6 behandelingen in een meerjarige bemestingsproef en één referentie buiten dat proefopzet.

- Dierlijk basisbemesting met stalmest, met 3 varianten qua bijbemesting:
  - Bloedmeel
  - Kippenmest
  - Nulbemesting qua bijbemesting
- Plantaardig basisbemesting met compost, met 3 varianten qua bijbemesting:
  - Soja
  - Mout
  - Nulbemesting qua bijbemesting
- Referentie (buiten proefopzet)

In 2014 werd als basisbemesting een laatste maal stalmest versus groencompost toegepast na onze 1<sup>ste</sup> staalname, terwijl in er in 2015 na de 1<sup>ste</sup> staalname met grasklaver maaimeststof werd gewerkt als basisbemesting in beide compartimenten.

5 tijdstippen

- in 2014: T1, 2, 3 = 29/01, 17/08 en 24/10
- in 2015: tijdstip 1& tijdstip 2 = voorjaar en najaar

#### 3.3.2. Rusch

Globaal genomen vertonen de plots zonder bijbemesting de minst gunstige RUSCH-testresultaten, met name minder rhizosfeer en een groter risico op groeiremming, in vergelijking met de plots waar bijbemesting wordt toegepast (Tabel 5). In 2015 werd voor de herhalingen (H1,H2) binnen de plots zonder bijbemesting sterk uiteenlopende resultaten gevonden.

Op het eerste tijdstip in 2015 werd er in de afdeling met stalmest als basisbemesting een duidelijk verschil vastgesteld tussen beide vormen qua bijbemesting. Dierlijk kippenmest vertoonde een zwakke rhizosfeer en een risico op groeiremming terwijl dierlijk bloedmeel een matige tot sterke rhizosfeer vertoonde en geen risico op groeiremming. Dit was in 2014 (eerste tijdstip) eerder het tegenovergestelde, geen risico op groeiremming en een sterkere rhizosfeer bij dierlijk kippenmest. Bij vergelijking van beide vormen qua basisbemesting (over de varianten qua bijbemesting heen), scoort dierlijk beter dan plantaardig in 2014, en plantaardig beter dan dierlijk in 2015 (eerste tijdstip van staalname in beschouwing genomen).

**Tabel 5.** Rusch waarden van de bemestingsproef in PCG in 2014 en 2015

2014_T1,T2,T3	t1	t2	t2/t1	t2-t1
nul_T1	68	189	2,78	121
nul_T2	32	57	1,78	25
nul_T3	20	41	2,05	21
dierl_blm_T1	156	358	2,29	202
dierl_blm_T2	30	71	2,37	41
dierl_blm_T3	17	62	3,65	45
dierl_km_T1	83	350	4,22	267
dierl_km_T2	35	59	1,69	24

dierl_km_T3	33	33	1,00	0				
plant_soja_T1	29	102	3,52	73				
plant_soja_T2	37	121	3,27	84				
plant_soja_T3	32	72	2,25	40				
plant_mout_T1	65	227	3,49	162				
plant_mout_T2	41	89	2,17	48				
Plant_mout_T3	27	90	3,33	63				
REF_T1	22	85	3,86	63				
REF_T2	18	88	4,89	70				
REF_T3	9	34	3,78	25				
<b>2015</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t2/t1</b>	<b>t2-t1</b>	<b>t1</b>	<b>t2</b>	<b>t2/t1</b>	<b>t2-t1</b>
	<b>Tijdstip 1</b>				<b>Tijdstip2</b>			
NUL_dierl_h1	79	156	1,97	77	16	24	1,5	8
NUL_dierl_h2	74	67	0,91	-7	33	63	1,9	30
dierl_blm_h1	36	139	3,86	103	8	52	6,5	44
dierl_blm_h2	44	204	4,64	160	5	18	3,6	13
dierl_km_h1	41	83	2,02	42	20	36	1,8	16
dierl_km_h2	168	212	1,26	44	20	49	2,5	29
NUL_plant_h1	86	72	0,84	-14	15	26	1,7	11
NUL_plant_h2	42	142	3,38	100	15	11	0,7	-4
plant_soja_h1	49	98	2,00	49	7	39	5,6	32
plant_soja_h2	66	215	3,26	149	17	66	3,9	49
plant_mout_h1	85	262	3,08	177	14	57	4,1	43
plant_mout_h2	105	250	2,38	145	7	35	5,0	28
REF_h1	56	178	3,18	122	18	84	4,7	66
REF_h2	44	104	2,36	60	13	51	3,9	38

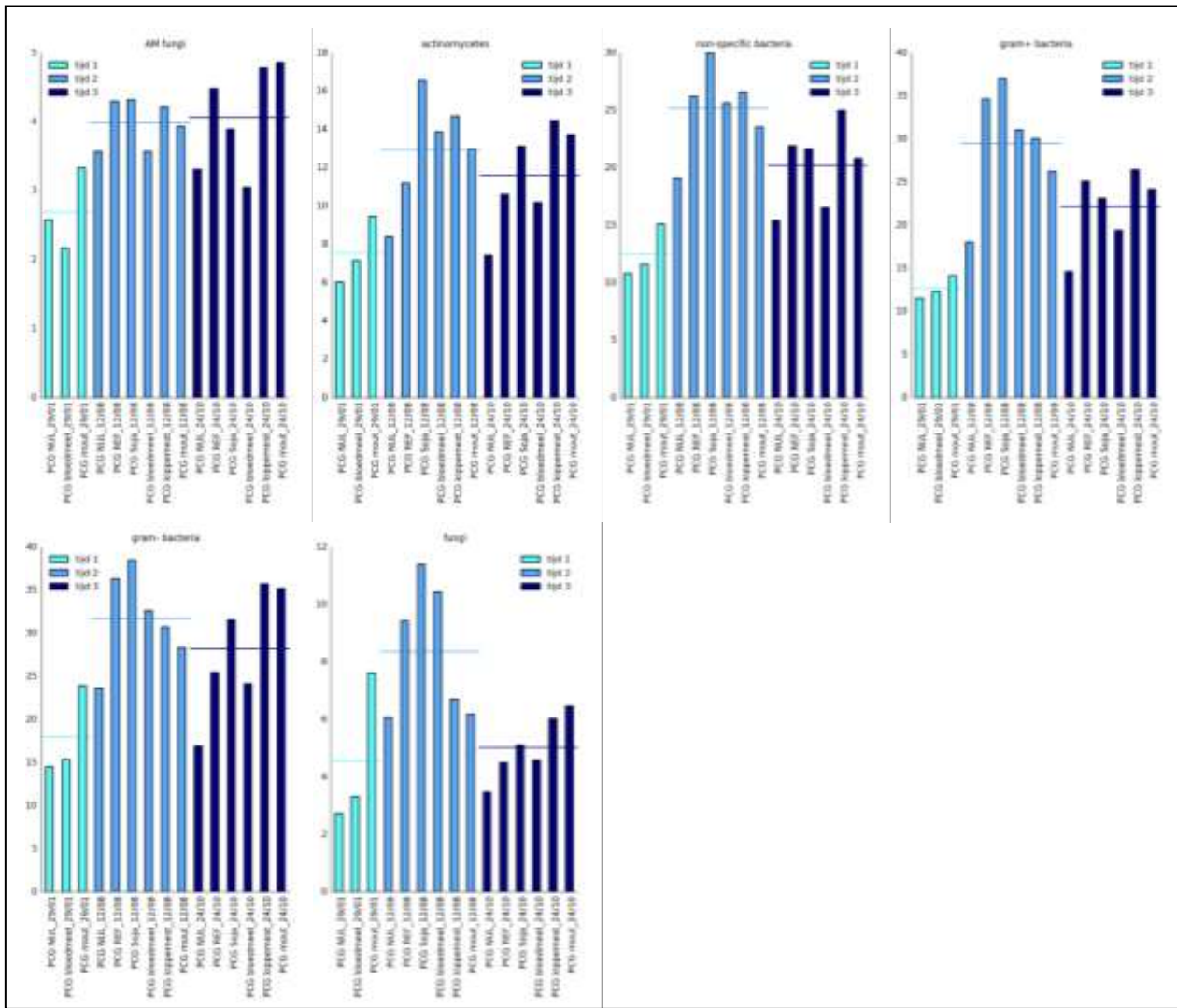
### 3.3.3. PLFA

#### 2014 (Figuur 4):

De PLFA waarden zijn op tijdstip 1 altijd lager dan op tijdstip 2 en 3, dit kan te wijten zijn aan lagere temperaturen in januari dan in augustus en oktober.

Nulobject (= geen bemesting) is altijd lager dan referentie en behandelingen.

Op tijdstip 1 en 3, zijn de PLFA waarden in de bloedmeebehandeling lager dan in de mout behandeling.



Figuur 4. PLFA waarden van de bemestingsproef in PCG in 2014

**2015 (Tabel 6):**

Op allebei de tijdstippen zijn de PLFA waarden van de mout behandeling lager dan in de bloedmeelbehandeling, wat wijst op een hoger microbiel leven in de mout behandeling dan in de bloedmeelbehandeling.

**Tabel 6.** PLFA waarden van 2 behandelingen en 2 tijdstippen in 2015 van de bemestingsproef in PCG

	h	Bacteriën	Gram+ bacteriën	Actino- myceten	Gram- bacteriën	Mycorrhiza	Schimmels	Totale biomassa
<b>2015- tijdstip 1</b>								
Bloedmeel	2	17,89±3,10	22,80±4,28	8,92±1,35	15,28±2,98	3,39±0,00	13,38±2,46	81,64±14,17
Mout	2	20,54±0,50	24,48±2,08	9,70±0,64	18,04±0,74	3,45±0,42	17,73±2,14	93,92±1,24
<b>2015- tijdstip 2</b>								
Bloedmeel	2	23,78±5,50	25,3±94,83	8,61±1,20	18,19±3,67	4,33±0,90	18,06±4,02	98,36±20,12
Mout	2	33,15±1,83	35,33±3,17	11,34±1,48	25,90±3,43	6,46±1,13	26,95±1,81	139,13±12,8

**3.3.4. Besluit PCG**

Door tegengestelde RUSCH-testresultaten bij vergelijking van beide jaren kan gesteld worden dat deze methode hier geen mogelijkheden biedt om te beslissen over bemestingsvormen. Net als in de

serre in Pamel hangen hoge  $t_2/t_1$ -waarden sterk samen met lage  $t_1$  waarden (weinig afbraak). In 2014 en 2015 werd een duidelijk effect gezien van het tijdstip van staalname. Op het eerste tijdstip was er beduidend meer rhizosfeer. Het tegenovergestelde werd bevonden voor de fosfolipidevetzuren: waarden op tijdstip 1 lager dan op tijdstippen 2 en 3. Rush-testresultaten en PLFA-bepalingen stemden niet overeen.

### 3.4. Inagro

#### 3.4.1. proefopzet

##### *Bemestingsproef*

Dit proefopzet ligt al 12 jaar aan en heeft 2 gewasrotaties doorlopen. Het betreft 6 verschillende bemestingstrategieën:

1. Object 'RDM' (runderdrijfmest) soms ook organische korrel, laagste aanvoer van organische stof, hoogste stikstofresiduwaarden bij gelijke stikstofinput
2. Object 'VRM + RDM' (VRM = vaste rundermest) is in feite VRM of RDM; object 'VRM + RDM' is met de jaren geëvolueerd, meer gelijkaardig geworden als object 'VRM'
3. Object 'VRM' enkel vaste rundermest, maar zelfde N-dosis als object 'VRM + RDM',
4. Object 'VRM + RDM + GC' (GC = groencompost) zelfde uitvoering als het eerste object 'VRM + RDM' maar plus groencompost
5. Object 'CMC' jaarlijks  $20 \text{ m}^3$  CMC-compost  $\text{ha}^{-1}$
6. Object 'GC' om de 2 jaar  $40 \text{ m}^3$  groencompost  $\text{ha}^{-1}$

In het voorjaar van 2014 werden de stalen genomen onder grasklaver die ingezaaid werd in het najaar van 2013 na de oogst van aardappelen. De grasklaver werd niet bemest ('egalisatiecultuur'). In het voorjaar van 2015 werden de stalen vóór de vernietiging van de grasklaver en de toepassing van de bemesting voor een teelt van prei. Resultaten voorjaar 2014 weerspiegelen mogelijk het effect van verschillen qua bemesting in de aardappelen en resultaten voorjaar 2015 bij staalname onder de 1.5 jarige grasklaver geven mogelijk 'historische' toestand weer, verschillen tussen de bemestingsvormen na herhaalde toepassing.

##### *Kerende vs niet-kerende bodembewerking in de Tilman-org-proef*

1&2 = kerend; 3&4 is niet kerend 2014 exact 2 herhalingen per behandeling (bvb kerend 1&2); 2015 exact 4 herhalingen (bvb kerend 1 A, 1 B, 2 A en 2 B); 2012, 2013 2<sup>de</sup> factor 'groenbemesting' met 2 varianten (bvb kerend 1&2)

#### 3.4.2. Chemische indicatoren en RUSCH resultaten

##### *Bemestingsproef*

Voor de chemische bodemindicatoren TOC, HWC en pH-KCl, werden significante verschillen vastgesteld tussen de behandelingen (Figuur 5abc) Het object RDM, waarbij het minste effectieve organische stof wordt aangebracht resulteerde in de laagste pH-KCl (Figuur 5a) en het laagste TOC-gehalte (Figuur 5b). Het object GC resulteerde in het hoogste TOC-gehalte, de objecten waarbij groencompost gebruikt werd in het hoogste HWC-gehalte (Figuur 5c).

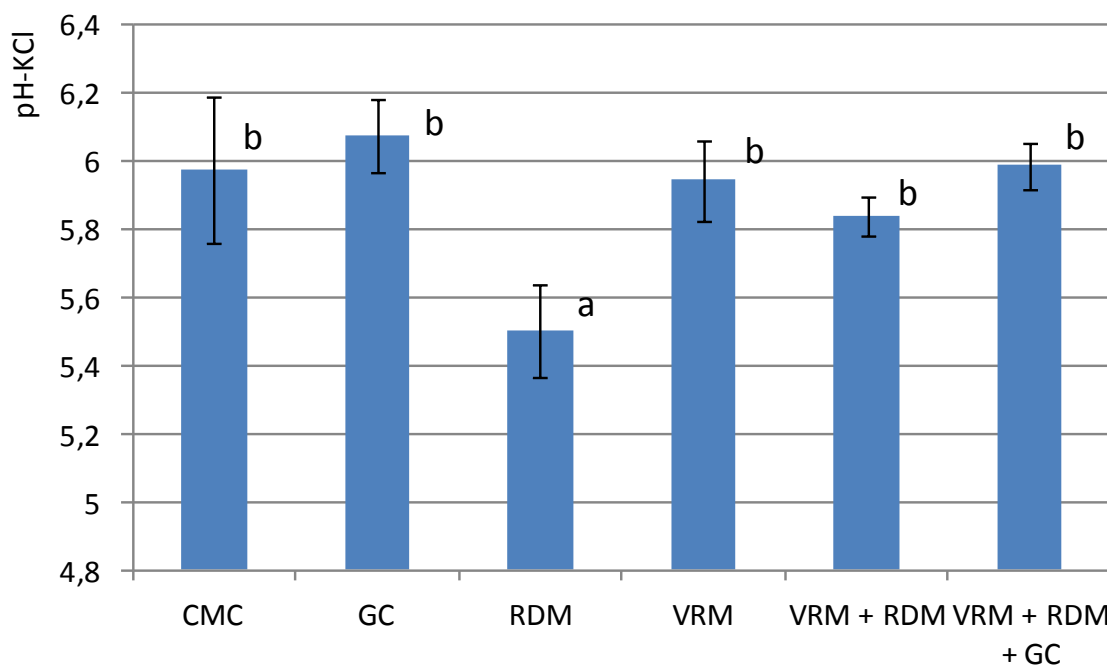
Deze verschillen in chemische bodemkwaliteit gingen evenwel niet samen met verschillen in de uitkomst van de RUSCH-test. Voor geen enkele parameter ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_2-t_1$  &  $t_2/t_1$ ) werden significante verschillen vastgesteld, in geen van beide jaren, wat samenhangt met de grote variatie tussen herhalingen van eenzelfde bemestingsstrategie (Tabel 6). Globaal gezien werd in 2014 enkel afbraak ( $t_1$ ) vastgesteld,  $147 \pm 75$ , en dus omzeggens geen rhizosfeer ( $t_2-t_1 = 18 \pm 45$ ;  $t_2/t_1 = 1.2 \pm 0.5$ ).

2015 biedt hetzelfde beeld, maar de waarden voor afbraak ( $t_1$ ) vallen lager uit, ( $t_1 = 80 \pm 47$ ;  $t_2-t_1 = 21 \pm 41$ ;  $t_2/t_1 = 1.6 \pm 1.1$ ) (Tabel 6). De rhizosfeer evolueerde dus niet maar (mogelijke) groeiremming lijkt wat af te nemen na een extra jaar grasklaver waarop geen bemesting werd aangebracht. Gezien de grote variatie in meet- en afgeleide waarden dienen besluiten met nodige reserve genomen te worden.

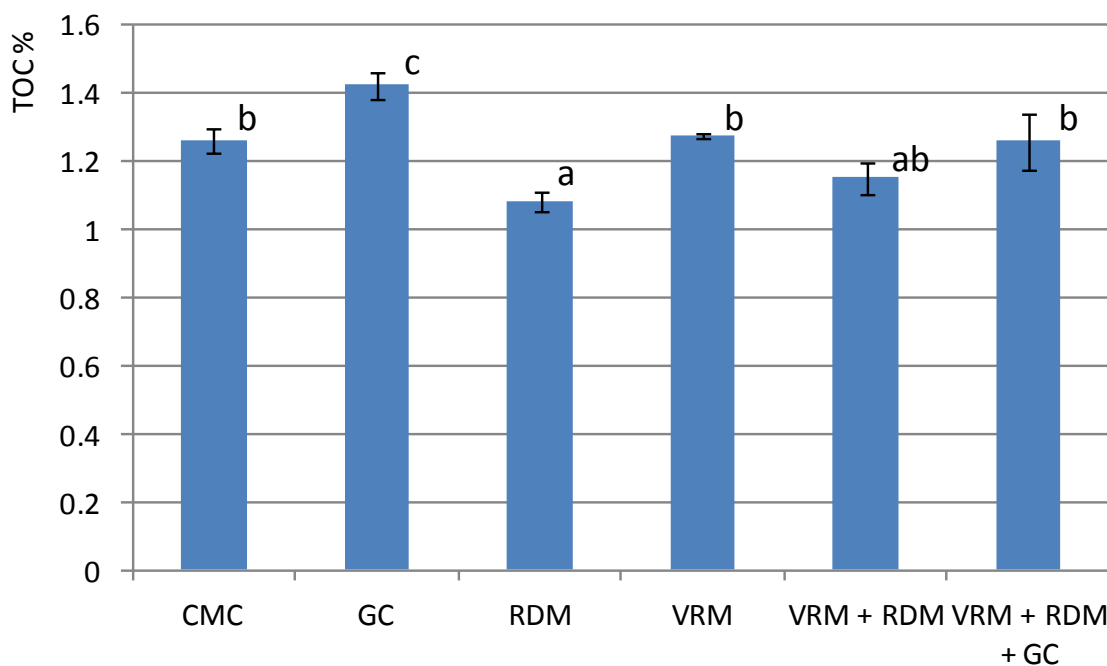
##### *Kerend vs niet-kerend in de Tilman-org-proef*

Er werden geen verschillen vastgesteld voor de RUSCH-testresultaten tussen de kerende en niet-kerende behandeling, wel een grote variatie tussen de herhalingen per behandeling, vnl bij de niet-kerende behandeling (Tabel 7). In 2015 lagen de waarden voor afbraak lager.

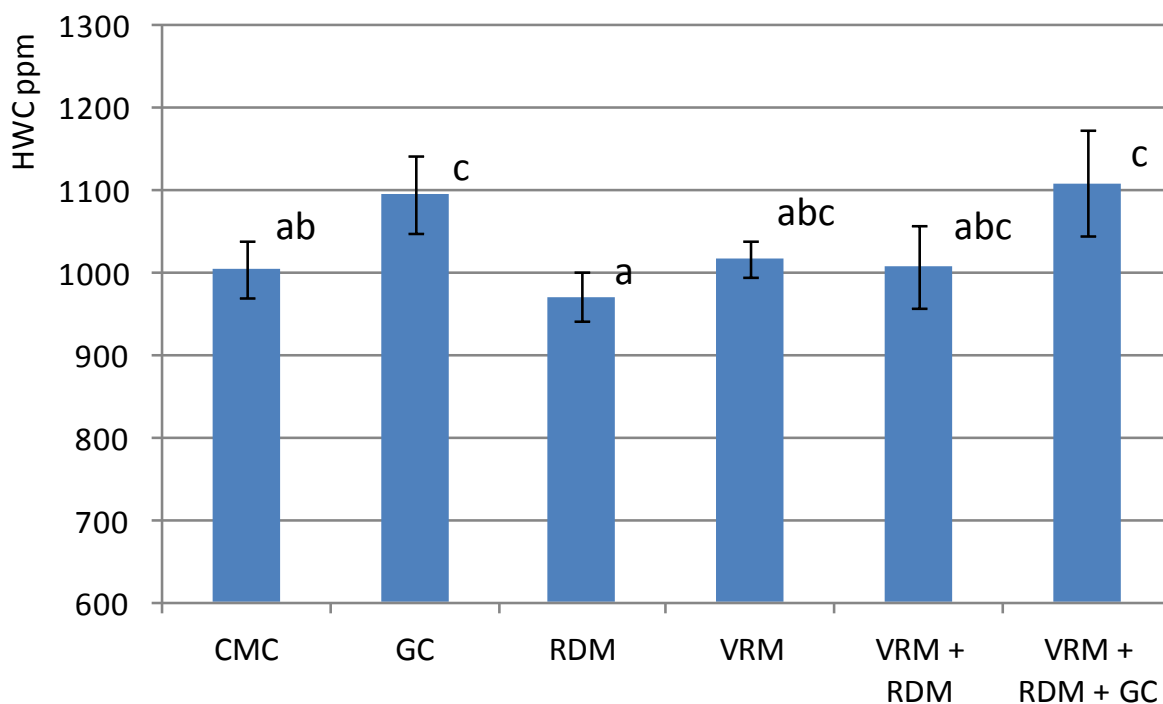




**Figuur 5a.** zuurtegraad pH-KCl 0-20 cm bodemlaag in de verschillende objecten van de meerjarige compostpoef op Inagro. Waarden vergezeld van eenzelfde kleine letter zijn niet significant verschillend (ANOVA  $p < 0.01$ , Scheffé  $p < 0.05$ )



**Figuur 5b.** TOC-gehalten 0-20 cm bodemlaag in de verschillende objecten van de meerjarige compostpoef op Inagro. Waarden vergezeld van eenzelfde kleine letter zijn niet significant verschillend (ANOVA  $p < 0.01$ , Scheffé  $p < 0.05$ )



**Figuur 5c.** HWC 0-20 cm bodemlaag in de verschillende objecten van de meerjarige compostpoef op Inagro. Waarden vergezeld van eenzelfde kleine letter zijn niet significant verschillend (ANOVA  $p < 0.01$ , Scheffé  $p < 0.05$ )

**Tabel 6.** Rusch waarden van de bemestingsproef van Inagro in 2014 en 2015.

2014 Bemestingsproef	t1	t2	t2/t1	t2-t1
IA_COMP_VRM + RDM_h1	53	122	2,30	69
IA_COMP_VRM + RDM + GC_h1	76	75	0,99	-1
IA_COMP_RDM_h1	41	32	0,78	-9
IA_COMP_CMC_h1	84	133	1,58	49
IA_COMP_GC_h1	286	226	0,79	-60
IA_COMP_VRM_h1	269	229	0,85	-40
IA_COMP_VRM + RDM_h2	195	254	1,30	59
IA_COMP_VRM + RDM + GC_h2	158	197	1,25	39
IA_COMP_RDM_h2	255	241	0,95	-14
IA_COMP_CMC_h2	234	210	0,90	-24
IA_COMP_GC_h2	135	123	0,91	-12
IA_COMP_VRM_h2	104	114	1,10	10
IA_COMP_VRM + RDM_h3	260	219	0,84	-41
IA_COMP_VRM + RDM + GC_h3	95	204	2,15	109
IA_COMP_RDM_h3	108	143	1,32	35
IA_COMP_CMC_h3	86	202	2,35	116
IA_COMP_GC_h3	90	149	1,66	59

IA_COMP_VRM_h3	132	155	1,17	23
IA_COMP_VRM + RDM_h4	152	169	1,11	17
IA_COMP_VRM + RDM + GC_h4	65	81	1,25	16
IA_COMP_RDM_h4	121	103	0,85	-18
IA_COMP_CMC_h4	202	191	0,95	-11
IA_COMP_GC_h4	220	270	1,23	50
IA_COMP_VRM_h4	117	121	1,03	4

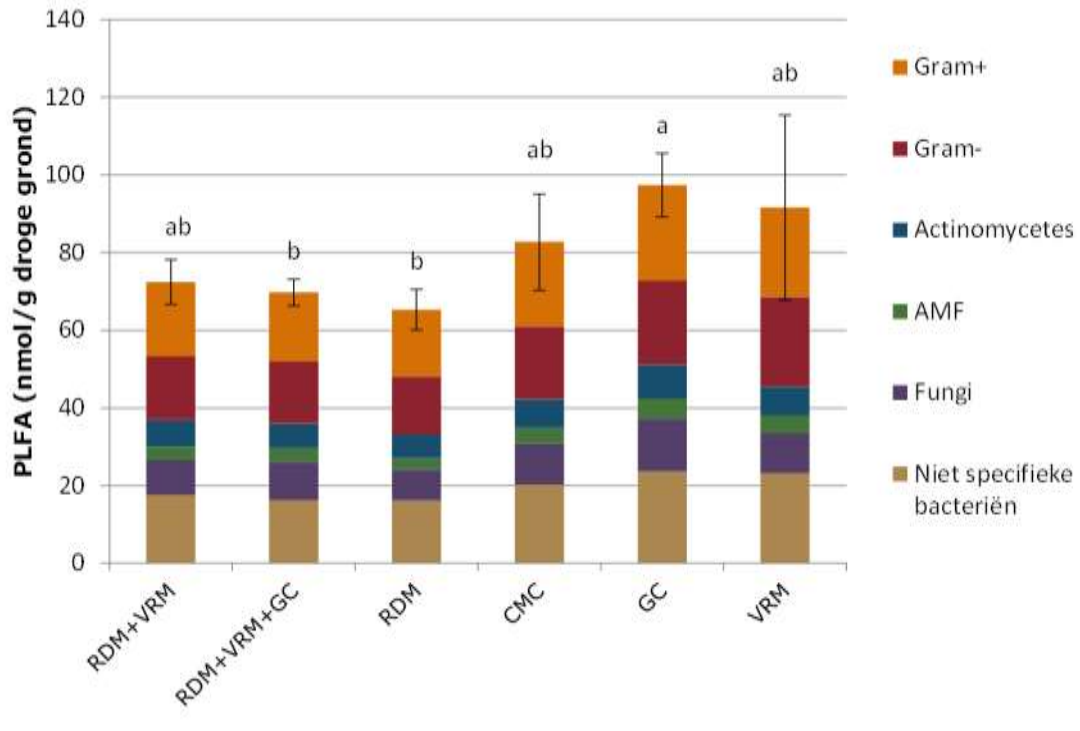
**Tabel 7.** Rusch waarden van de Tilman-org-proef van Inagro in 2014 en 2015.

<b>Tilman 2014</b>				
IA_TILM_1_	165	167	1,01	2
IA_TILM_2_	137	196	1,43	59
IA_TILM_3_	113	225	1,99	112
IA_TILM_4_	157	203	1,29	46
<b>Tilman 2015</b>				
IA_TILM_1_A	132	219	1,66	87
IA_TILM_1_B	47	68	1,45	21
IA_TILM_2_A	102	146	1,43	44
IA_TILM_2_B	28	93	3,32	65
IA_TILM_3_A	113	136	1,20	23
IA_TILM_3_B	89	184	2,07	95
IA_TILM_4_A	75	73	0,97	-2
IA_TILM_4_B	73	126	1,73	53

### 3.4.3. PLFA

#### *Bemestingproef*

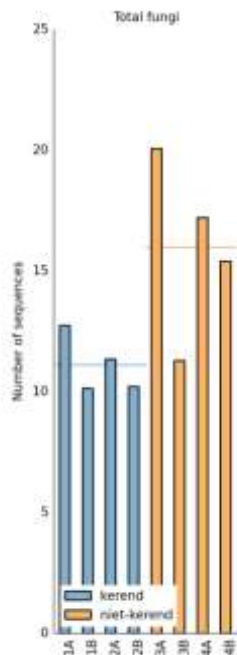
Wat de PLFA-analyse betreft, werden er op basis van ANOVA ( $p < 0.05$ ) voor alle groepen, met uitzondering van de mycorrhize schimmels, significante verschillen vastgesteld tussen de varianten qua bemestingsstrategie (Figuur 6). Meervoudige vergelijking van de gemiddelden (Sheffé,  $p < 0.05$ ) gaf hogere waarden aan voor de totale biomassa, actinomyceten en fungi bij GC ten opzichte van RDM, wat correspondeert met de verschillen voor TOC en HC tussen GC en RDM.



**Figuur 6.** Totale concentratie aan vetzuren in de bodem ( $\text{nmol g}^{-1}$  grond) bij de verschillende behandelingen van de bemestingsproef van Inagro.

### *Kerend vs. niet kerend*

Voor alle groepen en dus ook voor de totale biomassa werden er significant hogere waarden vastgesteld in de niet-kerende bodembehandeling dan in de kerende bodembehandeling (Figuur 7: voorbeeld van de fungi).



**Figure 7.** Fungi PLFA waarden in de kerende vs. niet kerende bodembewerking van de Tilman proef bij Inagro

#### 3.4.4. Besluit Inagro

Het meerjarige proefopzet bij Inagro duidt erop dat organische bemestingsvormen die veel effectieve organische stof aanbrengen ook de bodembioïlogie doen toenemen. Mogelijke Verschillen in kwaliteit van de omvorming van organisch materiaal konden evenwel niet geduid worden met de RUSCH-test.

### 3.5 Verbanden tussen chemische en biologische parameters op basis van drie verschillende datasets

Op basis van 3 verschillende datasets gingen we op zoek naar verbanden tussen chemische en biologische parameters: (a) de dataset (DS) van stalen ( $n = 25$ ) waarvoor er in 2014 een PLFA-analyse werd uitgevoerd naast de RUSCH-test en de bodemchemische bepalingen (stalen van pcfruit, PCG, Inagro en de 'Bio in beeld' praktijkpercelen), (b) de dataset van de stalen ( $n = 30$ ) afkomstig van de 'Bio in beeld' praktijkpercelen in 2014 met RUSCH-testresultaten en bodemchemische bepalingen en (c) de dataset van stalen ( $n = 24$ ) van de Inagro bemestingsproef waarvoor in 2015 een PLFA-analyse en RUSCH-test werd uitgevoerd en waaraan we de bodemchemische bepalingen en RUSCH-testresultaten van 2014 hebben toegevoegd.

Significant positieve correlatie tussen TOC en  $t_2/t_1$  (DSa,  $R = 0.61$ ,  $p < 0.01$ ; DSb,  $R = 0.42$ ,  $p < 0.05$ ) en tussen  $N_{tot}$  en  $t_2/t_1$  (DSa,  $R = 0.60$ ,  $p < 0.01$ ), wat inhoudt dat bij een hoger organische stofgehalte er minder groeiremming optreedt vanwege verhoudingsgewijs te veel afbraak ten opzichte van rhizosfeer.

Significant positieve correlatie tussen het HWC en  $t_2$  (DSa,  $R = 0.42$ ,  $p < 0.05$ ; DSb,  $R = 0.53$ ,  $p < 0.01$ ), wat inhoudt dat bij een hoger heet water extraheerbaar organische koolstofgehalte de totale microbiële activiteit (afbraak plus rhizosfeer) hoger ligt, wat de veronderstelling staft dat HWC een maat is voor de voor de bodembioïlogie meer toegankelijke organische koolstof. Er werden ook significant positieve correlaties gevonden tussen HWC en alle groepen van het bodemvoedselweb zoals bepaald via de PLFA-methode (DSa). Op grond van de bemestingsproef van Inagro (DSc) werden significante correlaties gevonden tussen bepaalde groepen van het bodemvoedselweb en de bodemchemische parameters pH-KCl, TOC en  $N_{tot}$ .

Er werden geen significante correlaties ( $p < 0.05$ ) gevonden tussen RUSCH-testresultaten en PLFA-bepalingen (DSa en DSc). Totale microbiële activiteit ( $t_2$ , afbraak plus rhizosfeer) komt niet overeen met de specifieke bacteriële groepen bepaald via de PLFA-methode (grampositieve en gramnegatieve bacteriën).

Op basis van DSc zien we nauwelijks correlaties tussen RUSCH-testresultaten van twee opeenvolgende jaren.

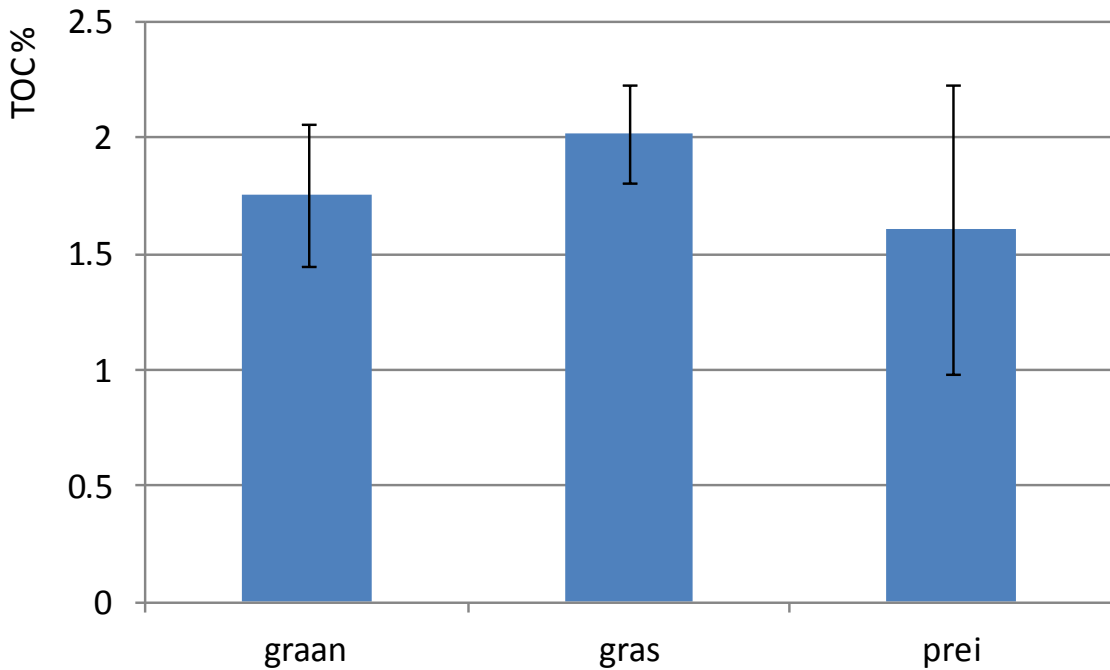
HWC lijkt een beloftevolle indicator voor de algemene bodemkwaliteit omdat hij zowel een maat is voor de aanwezige bodembioïlogie (schimmels en bacteriën) als een indicator voor de kwaliteit van de bodemorganische stof. Er gold ook een significante correlatie met de totale organische stofhoeveelheid (niet getoond resultaat).

### 3.6 Invloed van voorvrucht en teeltsysteem

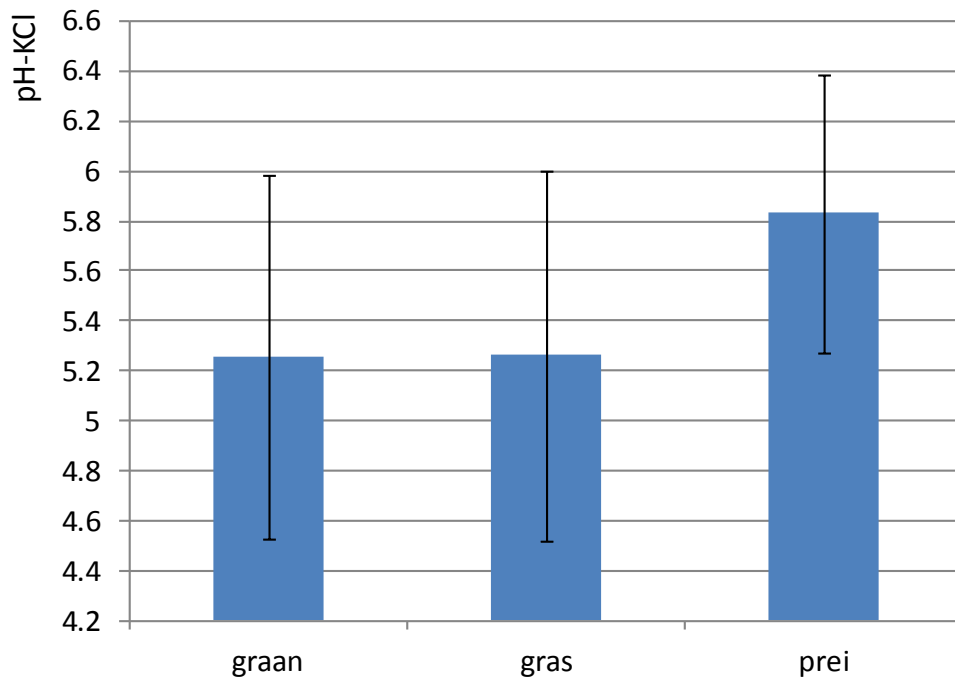
Op basis van DSb konden we ruwweg het effect van de voorvrucht (prei, grasland, graan) en het teeltsysteem (grondgebonden veehouderij versus vollegrondstuinbouw) evalueren op de bodemchemische parameters en de RUSCH-testresultaten.

Het lijkt er sterk op dat op bedrijven met vee de bodemkwaliteit gemiddeld genomen beter is gezien het gemiddeld hogere organische stofgehalte op percelen grasland en graan in vergelijking met de tuinbouwpercelen (Figuur 8). De graslandpercelen vertonen het hoogste organische stofgehalte. De pH-KCl is gemiddeld het hoogst op de tuinbouwpercelen (Figuur 9). ' $t_2/t_1$ ' ligt op een zelfde niveau voor grasland en groenbemesting na graan, hoger dan de gemiddelde

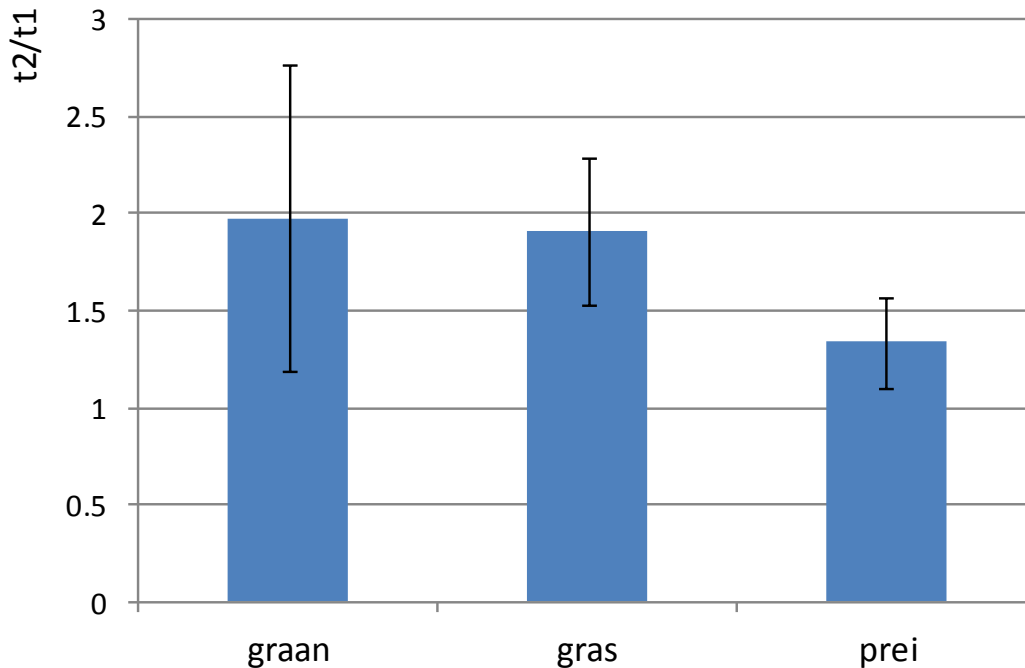
waarde voor de tuinbouwpercelen (Figuur 10), wat inhoudt dat er op percelen met een hoger bodem organische stofgehalte minder groeiremming optreedt (overeenkomstig de significant positieve correlaties tussen TOC en  $t_2/t_1$ , zie 3.5).



**Figuur 8.** TOC-gehalten voor de praktijkpercelen (DSb) volgens hoofddeelt waarna de staalname plaats vond



**Figuur 9.** Zuurtegraad pH-KCl voor de praktijkpercelen (DSb) volgens hoofddeelt waarna de staalname plaats vond



**Figuur 10.** 't2/t1' voor de praktijkpercelen (DSb) volgens hoofddeelt waarna de stalname plaats vond

#### 4. Algemene besluiten

Met de RUSCH-test vonden we nauwelijks verschillen qua bodemkwaliteit tussen varianten van de onderzochte proefopzetten bemesting en bodembeheer. Voor proefopzetten met verschillende vormen (proeflocatie pcfruit, praktijkperceel met vergelijking van digestaat met bemestingspraktijk teler, eenmalig ingesteld) of doseringen (zwavel- en stikstofbemestingsproef Pamel) van snelwerkend bemestingsvormen is het echter niet verassend dat er met een methode die de bodemkwaliteit beoordeelt op basis van afbraak- en omvormingsprocessen van organisch materiaal geen verschillen worden vastgesteld tussen behandelingen.

Het meest frappant echter was dat de RUSCH-test geen verschil detecteerde tussen een meerjarige toepassing van een snelwerkende (RDM) en een traag werkende organische bemestingsvormen (e.g. GC)(bemestingsproef Inagro). RDM draagt weinig bij aan het bodem organische stofgehalte. Ook was de verwachting dat op het Fruit4 praktijkperceel, een gangbare boomgaard waar al 6 à 7 jaar een mulchtechniek wordt toegepast, een sterke rhizosfeer zou terug te vinden zijn, hetgeen niet het geval was.

Uit deze vaststellingen in proefopzetten mogen we evenwel niet concluderen dat de bodemkwaliteit van praktijkpercelen niet kan geëvalueerd worden op basis van de RUSCH-test. Redenen daarvoor zijn de correlaties die gevonden werden tussen RUSCH-testresultaten en bepaalde chemische parameters qua bodemkwaliteit, met name tussen 't2/t1' en TOC en tussen HWC en t2.

In dit onderzoek werden met de RUSCH-test verschillen in bodemkwaliteit gedetecteerd tussen teeltsystemen, bvb kasteelt versus openluchteelt, boomgaarden versus vollegrondsgroenteteelt en voederwinning versus tuinbouw. De testresultaten waren het minst variabel in 'stabielere' teeltsystemen, bvb een boomgaard in vergelijking met systemen met één- en tweejarige teelten in een vruchtopvolging.

Gezien de hogere jaargemiddelde bodemtemperatuur en een meer optimale vochtvoorziening (niet te droog en niet te nat) bij een beschutte teelt zullen de omstandigheden voor afbraak en omvorming van organisch materiaal er gemiddeld gezien gunstiger zijn dan in het geval van

buitenteelten. Dit valt duidelijk af te lezen van de resultaten van de Rusch-test wanneer 't2/t1' waarden op het Inagro proefperceel vergeleken worden met die in de serres van PCG en Pamel. In de serre van Pamel ligt het merendeel van de waarden voor 't2/t1' tussen 2 en 3, en in de verwarmde kas van PCG zelfs hoger dan 3. Op het proefperceel van Inagro is er weinig of geen opbouw van 'rhizosfeer' waardoor 't2/t1' laag uitvalt, gemiddeld  $1.2 \pm 0.5$  in 2014 en  $1.6 \pm 1.1$  in 2015.

Voor de teeltsystemen met een- en tweejarige teelten in een vruchtopvolging pakten de RUSCH-testresultaten niet bijster goed uit. Voor de 30 praktijkpercelen in 2014 bedroeg 't2/t1' gemiddeld  $1.7 \pm 0.6$ . Rhizosfeer 't2-t1' op de praktijkpercelen bedroeg gemiddeld  $76 \pm 41$ . Op het proefperceel van Inagro lag 't2-t1' nog lager,  $18 \pm 45$  in 2014 en  $21 \pm 41$  in 2015, mede door negatieve waarden.

De PLFA-methode bleek beter in staat om verschillen in bodemkwaliteit vast te stellen tussen behandelingen in proefopzetten. Dit was zeer duidelijk in de meerjarige bemestingsproef (Inagro), waar de biomassa van bepaalde microbiële groepen (PLFA-methode) gecorreleerd was met chemische indicatoren voor bodemkwaliteit.

HWC lijkt een beloftevolle chemische indicator voor de algemene bodemkwaliteit omdat hij zowel een maat is voor de aanwezige bodembioïologie (PLFA-methode) als een indicator voor de kwaliteit van de bodemorganische stof.

De DGGE-techniek bleek een minder geschikte methode voor dit project.