

## Analyse resultaten bodemleven en Koolstof (C) gehalte

In december 2020 zijn bij de zes bedrijven bodemmonsters genomen van de laag 0-20 cm. De monsters zijn genomen met een gutsboor van 1.5 cm diameter. Elk monster bestaat uit 40 steken. Bij elk bedrijf zijn de monsters genomen op de plekken waar de tapijttegels voor de biodiversiteits metingen zijn gelegd.

### Gemengde bedrijven

Hieronder staan de uitkomsten weergegeven voor de drie gemengde bedrijven Velhorst in Lochem, BoerenNatuur in Uden en Ruimzicht in Halle. De microbiele biomassa is het laagst bij de lokaties Uden1 en Uden 2 en Lochem 2 en Lochem 1. Uden 1 en 2 zijn ook de lokaties met het laagste organische stof gehalte. De microbiele biomassa is in vergelijking met andere percelen in Nederland vrij laag bij U1, U2, L1 en L2 en gemiddeld bij de andere lokaties.

Opvallend is dat bij alle locaties de hoogste waarden worden gemeten voor totale microbiele biomassa, bacteriele biomassa en schimmel biomassa in de houtwal. Dat geldt ook voor de jonge houtwal op de grasland percelen in Halle. Dat vinden we voor alle soorten bacterien en schimmels die zijn onderscheiden: gram positieve, gram negatieve bacterien, actinomyceten en saprophyten en mycorrhiza. De hogere waarden hangen samen met het hogere organische stof gehalte. De biomassa aan protozoa is niet altijd hoger op deze plekken. Wel is deze relatief hoog op de grasland percelen U2 en H3.

De schimmel/bacterie ratio lijken wat lager te zijn op de houtwal en grasland lokaties. Dit is onverwacht voor de houtwal lokaties omdat de aanname is dat meer toevoer van houtig materiaal en afwezigheid van grondbewerking juist leidt tot een hogere schimmel/bacterie verhouding.

De diversiteitsscore is opvallend stabiel.

|                         |            | L1   | L2   | L3   | U1   | U2   | U3   | H1   | H2   | H3   |
|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Microbiele biomassa     | Mg PLFA/kg | 8    | 7    | 16   | 5    | 6    | 18   | 13   | 19   | 20   |
| Bacterien totaal        | Mg PLFA/kg | 7    | 7    | 16   | 4.9  | 5    | 18   | 13   | 19   | 20   |
| - Gram+                 | Mg PLFA/kg | 2.9  | 2.9  | 6    | 2.1  | 2.2  | 7    | 5    | 7    | 8    |
| - Actinomyceten         | Mg PLFA/kg | 0.7  | 0.7  | 1.6  | 0.4  | 0.4  | 2.0  | 1.5  | 1.9  | 2.2  |
| - Gram-                 | Mg PLFA/kg | 4.3  | 4.1  | 10   | 2.8  | 3    | 11   | 8    | 11   | 12   |
| Schimmels               | Mg PLFA/kg | 1.0  | 0.9  | 1.6  | 0.6  | 0.9  | 1.4  | 1.3  | 1.6  | 1.7  |
| - Saprophyten           | Mg PLFA/kg | 0.4  | 0.4  | 0.8  | 0.4  | 0.7  | 0.8  | 0.5  | 0.5  | 0.6  |
| - Mycorrhiza            | Mg PLFA/kg | 0.6  | 0.5  | 0.8  | 0.3  | 0.3  | 0.6  | 0.8  | 1.1  | 1.2  |
| Protozoa                | Mg PLFA/kg | 0.1  | 0.1  | 0.16 | 0.1  | 0.23 | 0.13 | 0.14 | 0.14 | 0.23 |
| Schimmel/bacterie ratio |            | 1.0  | 1.0  | 0.7  | 0.8  | 0.9  | 0.5  | 0.8  | 0.7  | 0.7  |
| Gram+/Gram- ratio       |            | 0.7  | 0.7  | 0.6  | 0.8  | 0.7  | 0.6  | 0.7  | 0.6  | 0.7  |
| PLFA diversiteit score  |            | 3.2  | 3.2  | 3.2  | 3.2  | 3.2  | 3.2  | 3.3  | 3.2  | 3.2  |
| Koolstof (C)            | %          | 3.4  | 3.2  | 3.5  | 1.4  | 1.3  | 3.6  | 2.7  | 3.8  | 3.3  |
| Organische stof (OS)    | %          | 5.6  | 5.6  | 6.7  | 2.8  | 2.7  | 6.5  | 5.1  | 7.0  | 6.7  |
| C:OS                    |            | 0.61 | 0.57 | 0.52 | 0.50 | 0.48 | 0.55 | 0.53 | 0.54 | 0.49 |
| pH zuurgraad            |            | 5.8  | 5.7  | 5.0  | 4.3  | 4.5  | 4.4  | 5.1  | 5.0  | 5.1  |

|                     |         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Microbiële biomassa | Mg C/kg | 162 | 160 | 344 | 116 | 132 | 395 | 279 | 406 | 437 |
| Bacteriële biomassa | Mg C/kg | 68  | 66  | 144 | 46  | 50  | 171 | 121 | 176 | 189 |
| Schimmel biomassa   | Mg C/kg | 70  | 63  | 99  | 35  | 47  | 82  | 92  | 126 | 132 |

L = Lochem (Velhorst). L1 = Bloemenstrook; L2 = Haver perceel L3 = Houtwal

U = Uden (BoerenNatuur). U1 = Haver perceel; U2 = Grasland perceel; U3 = Houtwal

H = Halle (Ruimzicht). H1 = Haver perceel; H2 en H3 = Grasland perceel met jonge houtwal

### CSA-tuinderijen

De microbiële biomassa ligt bij de CSA tuinderijen op een vergelijkbaar niveau als bij de gemengde bedrijven. Ook hier vinden we een relatie tussen de microbiële biomassa en het organische stof gehalte. Er is bij de CSA tuinderijen geen duidelijk effect van de houtwal op microbiële biomassa en organische stof gehalte. Wel zien we dat de Ph relatief laag is bij de houtwal lokaties. Opvallend zijn de relatief hoge schimmel biomassa waarden bij W1 en VM1: beide groentebedden waar naar verwachting relatief weinig houtig materiaal aan de bodem wordt toegevoegd.

Lokatie W2 (bessenstruiken) heeft relatief een lage microbiële biomassa

### Bodemleven

| PLFA                    |            | W1   | W2   | W3   | O1   | O2   | O3   | VM1  | VM2  | VM3  |
|-------------------------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Microbiële biomassa     | Mg PLFA/kg | 16   | 9    | 16   | 16   | 13   | 16   | 9    | 7    | 10   |
| Bacterien totaal        | Mg PLFA/kg | 16   | 8    | 16   | 15   | 13   | 16   | 9    | 7    | 10   |
| - Gram+                 | Mg PLFA/kg | 6    | 3.2  | 7    | 6    | 5    | 6    | 3.4  | 2.7  | 3.6  |
| - Actinomyceten         | Mg PLFA/kg | 1.5  | 0.8  | 2.1  | 1.5  | 1.2  | 1.5  | 0.8  | 0.6  | 0.9  |
| - Gram-                 | Mg PLFA/kg | 10   | 5    | 9    | 9    | 7    | 10   | 6.0  | 4.1  | 6.0  |
| Schimmels totaal        | Mg PLFA/kg | 2.4  | 0.8  | 1.4  | 1.4  | 1.7  | 2.1  | 1.7  | 1.1  | 1.3  |
| - Saprofyten            | Mg PLFA/kg | 1.0  | 0.3  | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 1.3  | 0.8  | 0.5  | 0.6  |
| - Mycorrhiza            | Mg PLFA/kg | 1.4  | 0.6  | 0.7  | 0.7  | 0.8  | 0.8  | 0.8  | 0.6  | 0.7  |
| Protozoa                | Mg PLFA/kg | 0.37 | 0.16 | 0.19 | 0.23 | 0.24 | 0.28 | 0.19 | 0.12 | 0.13 |
| Schimmel/bacterie ratio |            | 1.1  | 0.8  | 0.6  | 0.6  | 0.9  | 0.8  | 1.3  | 1.1  | 0.9  |
| Gram+/Gram- ratio       |            | 0.6  | 0.6  | 0.7  | 0.7  | 0.7  | 0.6  | 0.6  | 0.7  | 0.6  |
| PLFA diversiteit score  |            | 3.3  | 3.2  | 3.2  | 3.3  | 3.3  | 3.2  | 3.3  | 3.2  | 3.2  |
| Koolstof (C)            | %          | 3.8  | 1.4  | 3.0  | 1.9  | 2.6  | 1.9  | 1.9  | 1.5  | 1.9  |
| Organische stof (OS)    | %          | 6.9  | 2.9  | 5.6  | 3.7  | 5.1  | 4.1  | 4.8  | 3.4  | 4.2  |
| C:OS                    |            | 0.55 | 0.48 | 0.54 | 0.48 | 0.51 | 0.46 | 0.40 | 0.44 | 0.45 |
| pH zuurgraad            |            | 6.4  | 5.4  | 4.8  | 4.6  | 5.3  | 4.8  | 6.3  | 6.2  | 6.0  |
| Microbiële biomassa     | Mg C/kg    | 354  | 185  | 350  | 337  | 290  | 352  | 204  | 156  | 217  |
| Bacteriële biomassa     | Mg C/kg    | 149  | 78   | 154  | 141  | 119  | 148  | 85   | 64   | 92   |
| Schimmel biomassa       | Mg C/kg    | 168  | 63   | 91   | 89   | 108  | 118  | 108  | 71   | 87   |

W= Wageningen (Ommuurde Tuin). W1= groentebed; W2= bessentuin; W3 = Houtwal

O = Oirschot (Voedselketen). O1 = Groentebed met plastic afdekking en najaar kalebassen; O2 = Groentebed zonder plastic afdekking; O3 = Houtwal

VM = Vortum Mullem. VM1 = Perceel gele uien; VM2 = perceel met peen en pastinaak; VM3 = Houtwal

## Uitleg analyses

De biologische parameters zijn gebaseerd op de aanwezige fosfolipidevetzuren (PLFA's). PLFA's komen voor in de celwanden van de levende organismen. Verschillende functionele groepen hebben een unieke samenstelling aan PLFA's. Door de samenstelling van de PLFA's te meten kan er een vingerafdruk van de microbiële gemeenschap worden gegeven. De streefwaarden worden gecorrigeerd op basis van het organische stof percentage.

### Totale microbiële biomassa

De som van de aanwezige PLFA's is een indicatie voor de hoeveelheid micro-organismen. Doordat PLFA's snel worden afgebroken nadat een organisme sterft, gaat het vooral om de levende microbiële biomassa. De microbiële biomassa kan worden verhoogd door het aanvoeren van effectieve organische stof zoals compost, vaste mest, groenbemesters of het inpassen van granen (inc. stro). Andere voorbeelden van maatregelen zijn gereduceerde grondbewerking, permanente bedekking van de bodem, tijdelijk grasland of het minder frequent scheuren van permanent grasland.

### Totaal bacteriën

Bepaalde groepen bacteriën breken o.a. (eenvoudig) organisch materiaal af, leggen nutriënten vast, binden atmosferische stikstof zetten ammonium om in nitraatstikstof, vormen stabiele aggregaten, verhogen de ziekteverendheid en vormen afbraakproducten die pathogenen kunnen verzwakken of doden. Bacteriën worden gestimuleerd door makkelijk afbreekbare materialen met een laag C/N ratio zoals drijfmest.

### Actinomyceten

Actinomyceten zijn een groep Gram(+) bacteriën die structuren maken die op schimmeldraden lijken, en kunnen complexe materialen afbreken. Actinomyceten zijn belangrijk voor de bodemweerbaarheid doordat sommige soorten antibiotica kunnen uitscheiden of pathogenen kunnen parasiteren. Ook kunnen ze concurreren met ziekteverwekkende schimmels om ruimte en voedsel. Actinomyceten houden van luchtige omstandigheden en kunnen slecht tegen bodemverdichting en zure grond (pH <5).

### Totaal schimmels en saprophyten

Schimmels zorgen o.a. voor afbraak van moeilijk afbreekbaar organisch materiaal, vormen stabiele aggregaten, scheiden organische zuren uit waardoor de beschikbaarheid van sommige nutriënten verbeterd en verhogen de ziekteverendheid door concurrentie of predatie. Schimmels worden gestimuleerd door moeilijk afbreekbare materialen met een hoog C/N ratio zoals stro en groencompost.

### Mycorrhiza

Een bijzondere groep schimmels is arbusculaire mycorrhiza's. Zij leven in symbiose met plantenwortels en vergroten daarmee het worteloppervlak. In ruil voor suikers krijgt de plant water en nutriënten zoals fosfor en kalium. Gewassen die geen symbiose aangaan met arb. mycorrhiza zijn kruisbloemigen (bv. kool en gele mosterd) en ganzevoetachtigen (bv. spinazie en biet). Een hoog beschikbaar fosfaat gehalte zorgt voor een verminderde ontwikkeling van mycorrhiza's.

### Protozoa

Protozoa zijn eencellige micro-organismen die een celkern bevatten (eukaryoten). De belangrijkste functie van protozoa is het beschikbaar maken van nutriënten voor de plant door het 'grazen' op micro-organismen (voornamelijk bacteriën). De activiteit van protozoa is sterk afhankelijk van de aanwezigheid van vocht in de bodem. De actieradius van protozoa beperkt zich tot waterfilms en watergevulde poriën.

### Schimmel/bacterie ratio

De schimmel/bacterie ratio geeft de verhouding weer tussen de schimmel en bacteriële biomassa (uitgedrukt in mg C/kg). In het algemeen hebben onverstoorde ecosystemen een hoger schimmel/bacterie ratio dan verstoorte systemen. Biologische en lage-input systemen hebben een hoger schimmel/bacterie ratio dan verrijkte gangbare systemen. Bij verstoringen zoals grondbewerking, het verwijderen van gewasresten en beweiden daalt het schimmel/bacterie ratio.

### Gram(-)/Gram(+) ratio

Gram(+) bacteriën zijn over het algemeen groter dan Gram(-) bacteriën en kunnen sporen vormen. Hierdoor zijn ze beter bestand tegen droogte- en waterstress. Gram(+) dominante populaties (>1) komen vaker voor aan het begin van het groeiseizoen en komen weer in balans wanneer de bodemcondities gunstiger worden. Gram(-) dominante populaties (<1) worden vaak in verband gebracht met andere vormen van stress zoals ploegen en het gebruik van pesticiden. Gram(-) bacteriën kunnen deze vormen van verstoringen beter verdragen door de aanwezigheid van een buitenmembraam.

### PLFA diversiteit

De PLFA diversiteit (Shannon index) is een indicator van de diversiteit van het aanwezige bodemleven. De diversiteit van de PLFA's is echter niet gelijk aan de daadwerkelijke diversiteit doordat één unieke fosfolipidevetzuur niet gelijk staat aan één soort. Een hogere diversiteit wordt vaak gerelateerd aan een betere stabiliteit en weerbaarheid. Door verstoring, eenzijdige input van voedselbronnen en een intensief bouwplan kan de diversiteit afnemen.

### Kwaliteit van de organische stof

Organische stof bestaat vooral uit C, N, P en S. Dynamische organische stof bevat relatief veel N en S en wordt makkelijk afgebroken door het bodemleven. Hierbij worden nutriënten gemineraliseerd die beschikbaar komen voor het gewas. Stabiele organische stof bevat relatief veel C, en wordt minder snel afgebroken door het bodemleven. Stabiele organische stof draagt o.a. bij aan de bewerkbaarheid en rulheid van de bodem. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door te letten op de eigenschappen (afbreekbaarheid en C/N ratio) van organische materialen zoals dierlijke mest, compost en gewasresten.