

Proef 23.B: Gebruik van Bokashi voor verbetering van de bodemkwaliteit en de nutriëntenopname bij peer

(Demo-onderzoek gerealiseerd met financiële steun van het CCBT)



Doel

In deze proef willen we nagaan of het toedienen van Bokashi op de zwartstrook kan helpen om de bodemkwaliteit te verbeteren en om meer nutriënten aan te leveren voor de bomen.

Wat is Bokashi?

Bokashi is het proces waarbij organisch materiaal via fermentatie wordt omgezet tot een bodemverbeteraar. Het proces bestaat erin dat men melkzuurbacteriën gaat toedienen aan het organisch materiaal die door fermentatie een deel van de koolhydraten gaan omzetten tot melkzuur. Dit proces vindt plaats onder luchtdichte omstandigheden, zodat de organische stof wordt behouden maar wel wordt omgezet. Wanneer het product nadien op de bodem wordt aangebracht gaat het melkzuur oxideren tot pyrodruivenzuur wat een energiedrager is voor verschillende biologische processen. Het geoxideerde mengsel wordt snel geconsumeerd door het bodemleven. De snelheid van afbraak hangt af van de hoeveelheid bodemleven die er is. In een gezonde bodem zal er na een paar weken nog weinig van overblijven.

Proefopzet

In het najaar van 2021 en 2022 werd Bokashi aangebracht op de zwartstrook bij Conference. De Bokashi die hiervoor gebruikt werd is aangekocht en bestond uit een mengsel van gefermenteerd stromeel + appelpulp. Volgens de leverancier wordt er best 25 kg Bokashi gebruikt voor 25 tot 50 m². Wij hebben 2 jaar op rij 25 kg gebruikt voor ± 30 m² zwartstrook. Dit komt neer op zo'n 2.6 ton/ha. Vanaf het voorjaar heeft de teler deze rij klassiek geschoffeld en gemaaid.

Proefresultaten 2022

In 2022 werden er geen analyses uitgevoerd omdat een éénmalige toepassing van Bokashi in een meerjarige vollegrondsteelt nog niet veel effect zou laten zien. Daarom hebben we ons vooral gericht op het 2^{de} seizoen.

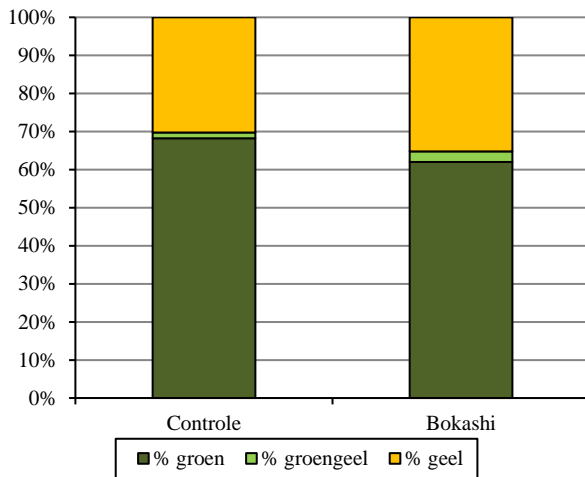
Proefresultaten 2023

- **Vruchtkwaliteit**

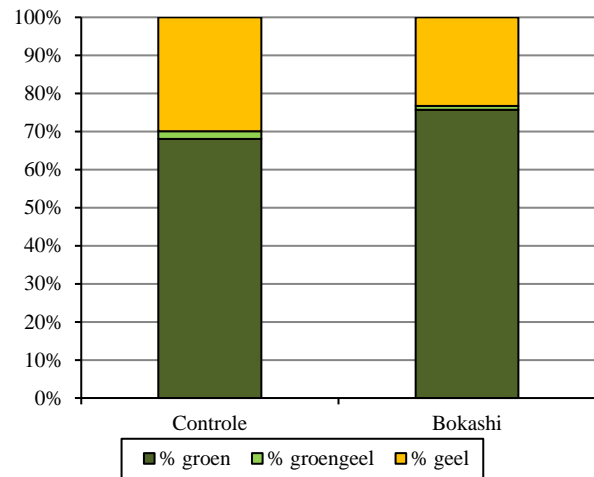
Bij de pluk werden er stalen geplukt om de kwaliteit te bepalen aan de hand van de hardheid en het suikergehalte. Zowel meteen bij de pluk als na 4 maanden ULO-bewaring werd de kwaliteit bepaald. Na bewaring en uitstal werd het behoud van de groene grondkleur bepaald. Hiervoor werden er stalen gedurende 8 dagen op kamertemperatuur bewaard. Na 4 en na 8 dagen werden ze gesorteerd met een kleuren-camera.

Tabel 1: Vruchtkwaliteit bij bewaring en na uitstal seizoen 2023-2024

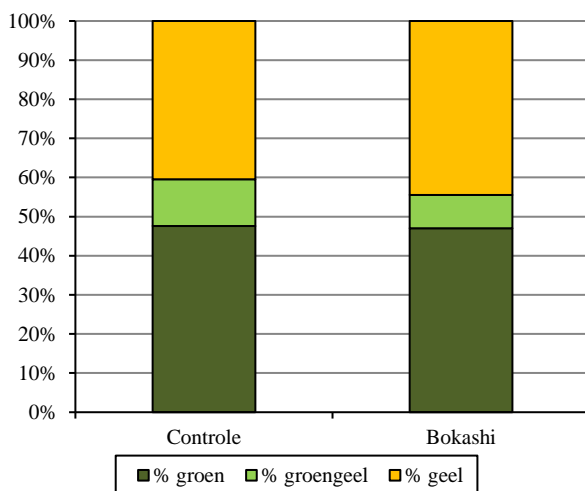
Rij	Groen-bedekker	Hardheid (kg/0.5 cm ²)		Suikergehalte (°Brix)
		Pluk	Na bewaring	
104	Controle	5.6	5.1	13.5
105	Bokashi	5.4	4.9	12.7



Figuur 1: Achtergrondkleur na bewaring



Figuur 2: Achtergrondkleur na bewaring + 4 dagen uitstal



Figuur 3: Achtergrondkleur na 8 dagen uitstal

- **Minerale blad – en vruchtanalyse**

Bij de pluk werden blad – en vruchtstalen genomen voor minerale analyse.

Tabel 2: Bladanalyse Conference bij de pluk 2023

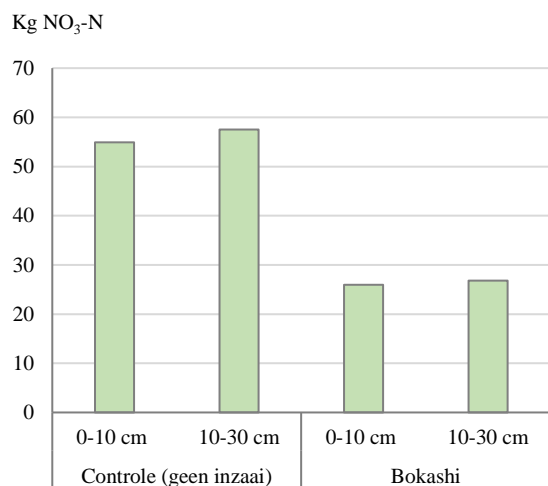
Object	% DS					ppm DS
	N	P	K	Ca	Mg	Mn
Controle	1.9	0.17	1.16	2.29	0.46	53
Bokashi	1.8	0.21	1.07	2.25	0.49	64
Streefwaarden*	2-2.5	>0.14	>0.9	>1.5	>0.23	60-300

Tabel 3: Vruchtanalyse Conference bij de pluk 2023

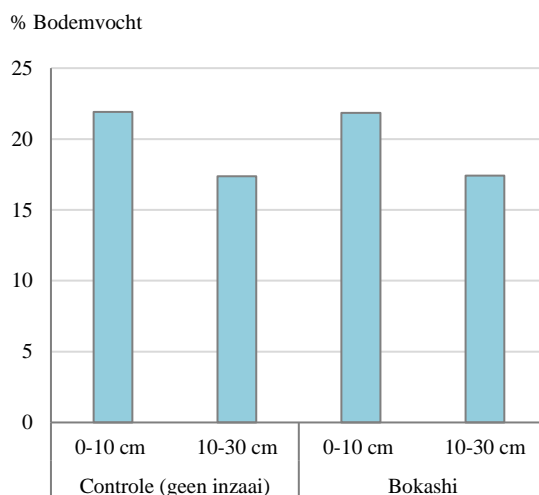
Object	% DS	mg/100 g vers gewicht						K/Ca
		N	P	K	Ca	Mg	Mn	
Controle	15.6	48	11.5	139	7.8	6.2	0.04	18
Bokashi	16.1	50	12.5	141	8.0	6.4	0.04	18
Streefwaarden*	-	50-80	9-13	100-150	5.5-8	5.5-8	0.07-0.15	15-25

- **Nitra-check bodemstalen**

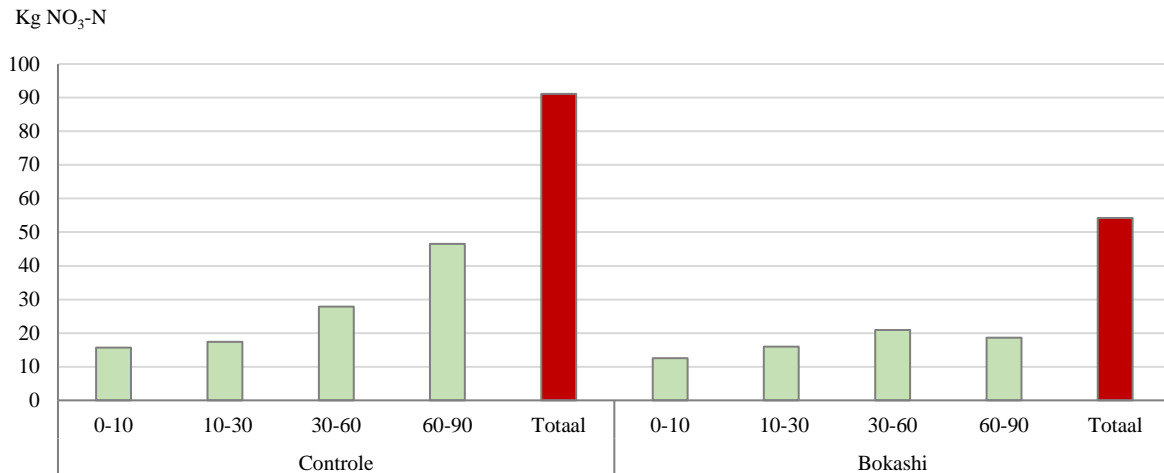
Op 13 september en 4 december werden er bodemstalen genomen om de hoeveelheid aan beschikbare N te bepalen. Op 13 september werd gekeken naar de bovenste 30 cm en deze zone werd nog eens opgesplitst tussen de zone 0 tot 10 cm en 10 tot 30 cm diepte. Op 4 december werden stalen genomen tot een diepte van 90 cm.



Figuur 4: Hoeveelheid beschikbare N op 13 september in de zone 0-10 cm en 10-30 cm diepte



Figuur 5: % bodemvocht op 13 september 2023



Figuur 6: Hoeveelheid nitraatresidu op 4 december 2023

- **Analyse bodemlevenactivator**

Op 4 december werden er ook stalen opgestuurd voor een PFLA-analyse om te kijken of er verschil is in bodemleven. Ook hiervoor werd een onderscheid gemaakt tussen de zone 0-10 en 10-30 cm diepte.

PFLA staat voor phospholipid fatty acids (fosfolipidenvetzuren). Deze vetzuren komen voor in de celmembranen van levende organismen. Verschillende groepen organismen hebben een unieke samenstelling van deze (PLFA) vetzuren. Door de PLFA's te meten en te kwantificeren kan er een vingerafdruk van het bodemvoedselweb worden gegeven. Zo bestaan de celmembranen van schimmels uit andere PLFA's dan deze van bacteriën. De aanwezige PLFA's worden gemeten en gekwantificeerd met behulp van een gaschromatograaf-MS.

De analyses werden uitgevoerd door Eurofins via de **BodemlevenMonitor**. Naast effectieve waarden gebruiken zij ook streefwaarden.

Info Eurofins:

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 is een indicator voor de algemene ziektevering. Hoe meer micro-organismen er aanwezig zijn, hoe meer concurrentie er is met pathogenen voor ruimte en voedsel. De microbiële biomassa kan worden verhoogd door het aanvoeren van effectieve organische stof zoals compost, vaste mest, groenbemesters of het inpassen van granen (inclusief 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 ammoniumstikstof om in nitraatstikstof, vormen stabiele aggregaten, verhogen de ziektevering en vormen afbraakproducten die pathogenen kunnen verzwakken of doden. Bacteriën worden gestimuleerd door makkelijk afbreekbare materialen met een laag, C/N-ratio zoals dunne mest.

Actinomyceten: Actinomyceten zijn een groep grampositieve bacteriën die structuren maken die op schimmeldraden lijken en ze 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 en overige schimmels: Schimmels zorgen o.a. voor afbraak van moeilijk afbreekbaar organisch materiaal, vormen stabiele aggregaten, scheiden organische zuren uit, waardoor de beschikbaarheid van sommige nutriënten verbetert en verhogen de ziekteverwerendheid door concurrentie of predatie. Schimmels worden gestimuleerd door moeilijk afbreekbare materialen met een hoog C/N-ratio zoals stro en groencompost.

Arbusculaire mycorrhiza: De PLFA-analyse geeft inzicht in de biomassa van het actieve mycelium (netwerk van schimmeldraden of hyfen) van arbusculaire mycorrhiza in de grond. Deze schimmels leven in symbiose met plantenwortels en vergroten daarmee het worteloppervlak. In ruil voor suikers krijgt de plant water en nutriënten zoals fosfor en kalium. Hiernaast spelen mycorrhiza's een rol in de ziekteverwerendheid. Gewassen die geen symbiose aangaan met arbusculaire mycorrhiza zijn kruisbloemigen (bv. kool en gele mosterd) en ganzevoetachtigen (bv. spinazie en biet). Een hoog beschikbaar fosfaatgehalte 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 protozoën is sterk afhankelijk van de aanwezigheid van vocht in de bodem. De actieradius van protozoa beperkt zich tot waterfilms en watergevulde poriën.

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 stress beter verdragen door de aanwezigheid van een buitenmembraam.

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.

De analyseresultaten worden weergegeven ten opzichte van **streefwaarden**. Deze streefwaarden geven aan hoe het monster scoort ten opzichte van soortgelijke gronden of matrixen en zijn gebaseerd op percentielen van praktijkmonsters. De streefwaarden van vollegrond en kasgrondmonsters worden hiernaast gecorrigeerd op

basis van het organische stofgehalte. De streefwaarden van gronden met een laag organisch stofgehalte zijn lager en liggen dicht bij elkaar in vergelijking tot gronden met een hoog organisch stofgehalte.

De **schimmel/bacterie-ratio** laat de verhouding van de totale biomassa schimmels tot de totale biomassa bacteriën (uitgedrukt in g C/kg grond) zien. De ratio kan ook worden gebruikt als indicator voor de mate van verstoring. In het algemeen hebben onverstoorde ecosystemen een hoger schimmel/bacterie-ratio dan verstoorde systemen. Biologische en lage-inputsystemen 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.

Ook Eurofins berekent **de Shannon Wiener**-index, maar blijkbaar staat die voor hen eerder gelijk met de Evenness-waarde van de Edapholoog.

Info Eurofins: De Shannon-Wiener-index is een maat voor de ecologische diversiteit. De index gebruikt het aantal soorten en hun abundantie als input. De laagste waarde van de index is 0 (slechts 1 soort aanwezig). Het maximum is afhankelijk van het aantal soorten wanneer ze allemaal in dezelfde hoeveelheid aanwezig zijn. In de BodemlevenMonitor is de Shannon-Wiener-index gebaseerd op de zes gemeten groepen (grampositief-bacteriën, gramnegatief-bacteriën, actinomyceten, arbusculaire mycorrhiza, overige schimmels en protozoa).

Met kleuren wordt aangegeven wanneer de waarden binnen of buiten de streefwaarden liggen die Eurofins momenteel hanteert.

Laag
Vrij laag
Gemiddeld
Vrij hoog
Hoog

Tabel 4: Resultaten PFLA najaar 2023

Resultaten		Controle 0-10 cm	Controle 10-30 cm	Bokashi 0-10 cm	Bokashi 10-30 cm
Microbiële biomassa	mg PFLA/kg	14	6	11	6
Totaal bacteriën	mg PFLA/kg	12	5	9	5
Grampositief	mg PFLA/kg	4.6	2.2	3.6	2.2
Actinomyceten	mg PFLA/kg	1.1	0.6	0.9	0.6
Gramnegatief	mg PFLA/kg	7	3.1	6	3.2

Resultaten		Controle 0-10 cm	Controle 10-30 cm	Bokashi 0-10 cm	Bokashi 10- 30 cm
Totaal schimmels	mg PFLA/kg	1.7	0.5	1.3	0.5
Arbusculaire mycorrhiza's	mg PFLA/kg	0.9	0.3	0.7	0.3
Overige	mg PFLA/kg	0.8	0.2	0.6	0.2
Protozoa		0.13	0.04	0.11	0.05
Schimmel/bacterie-ratio		1	0.07	1	0.7
Gram+/gram-ratio		0.7	0.07	0.6	0.7
Shannon Wiener-index		1.3	1.2	1.3	1.2
Organisch gebonden C in micro-organismen					
Microbiële biomassa	mg C/kg	300	129	237	134
Bacteriële biomassa	mg C/kg	112	50	88	51
Schimmel biomassa	mg C/kg	112	34	87	36
pH		6.6	6.3	6.6	6.0
C-organisch	%	1.48	1.04	1.19	1.12
Organische stof	%	2.9	1.9	2.4	2.4
C/Os- ratio		0.5	0.6	0.5	0.5
Kleifractie	%	8	9	7	10

- **MicroBIOMETER**

Op diezelfde grondstalen werd ook nog een analyse uitgevoerd met de microBIOMETER om via een éénvoudige test het aandeel schimmels en bacteriën te bepalen.

Volgens sommige studies is de microbiële biomassa (schimmels en bacteriën) de belangrijkste indicator voor bodemgezondheid. Levende grond legt voedingsstoffen vast, verbetert de immuniteit van planten, slaat water efficiënter op en bouwt de bodemstructuur op. Daarom verhoogt een gezond niveau van microben de productiviteit terwijl de input wordt verminderd.

Info leverancier:

Met de microBIOMETER wordt de verhouding bepaald tussen schimmels en bacteriën. De schimmels zijn belangrijk voor de opbouw van de bodemstructuur. Er wordt vooral gekeken naar de verhouding tussen schimmels (F) en bacteriën (B).

- Door de F:B-verhouding te bepalen, weet u of arbusculaire mycorrhiza-schimmels (AMF) uw plant hebben gekoloniseerd, waardoor deze beter bestand is tegen droogte en ongedierte.
- Een verhoging van de F:B-verhouding geeft aan dat de bodem weerbaarder wordt.

Tabel 5: Resultaten microBIOMETER najaar 2023

Object	Biomassa ($\mu\text{g C/g grond}$)	% Fungi	% Bacteriën	F/B
Controle 0-10 cm	257	32	68	0.5:1
Controle 10-30 cm	124	10	90	0.1:1
Bokashi 0-10 cm	267	32	68	0.5:1
Bokashi 10-30 cm	91	6	94	0.1:1

Bespreking

- Zowel bij de pluk als na bewaring werd er geen verschil in hardheid gemeten. Bij Bokashi werd wel een lager suikergehalte genoteerd.
- Ook de achtergrondkleur zowel na bewaring als na uitstal is sterk vergelijkbaar.
- Het N-gehalte in de vruchten zat voor beide objecten aan de ondergrens van de streefwaarden. Dit verklaart ook waarom er na 4 maanden ULO al 30 tot 35 % gele peren waren.
- Ook het Mn-gehalte is te laag, zeker in de vruchten. Dit draagt natuurlijk ook bij tot een gelere kleur van de peren.
- Zowel op 13 september als op 4 december werd er minder beschikbare N gemeten bij Bokashi. Op 13 september zat de N-voorraad bij Bokashi slechts op 46 % van de controle. Op 4 december ging het over de ganse zone tot 90 cm diep om 60% t.o.v. de controle. Het grootste verschil zat hem in de zone 60-90 cm diepte.
- Er werden 2 verschillende analyses uitgevoerd om te kijken of Bokashi een positief effect heeft op het bodemleven.
 - PFLA geeft volgende resultaten:
 - Duidelijk minder activiteit in de zone 10-30 cm i.v.m. 0-10 cm diepte.
 - We zien geen verschuivingen naar meer schimmels door het gebruik van Bokashi
 - De hoeveelheid organisch gebonden C in het microbieel bodemleven is lager na 2 jaar toepassen van Bokashi.
 - Het % organische stof in de bodem ligt lager na 2 jaar toepassen van Bokashi.
 - MicroBIOMETER
 - In de zone 0-10 cm diepte is er geen verschil voor de microbiële biomassa, het totaal aantal bacteriën en het totaal aantal schimmels.
 - In de zone 10-30 cm diepte heeft Bokashi een lagere hoeveelheid microbiële biomassa.

Besluit

Op basis van de metingen zowel naar vruchtkwaliteit als naar bodemkwaliteit kunnen we stellen dat 2 toepassingen van Bokashi weinig invloed hebben gehad.