



11 AUGUSTUS 2018

Versie 2

AFSTUDEERWERKSTUK
THEEZAKJESMETHODE-ONDERZOEK

MARTIJN BIEMOND
AERES HOGESCHOOL, DRONTEN
Lectoraat Duurzaam Bodembeheer



AFSTUDEERWERKSTUK

Theezakjesmethode-onderzoek

Martijn Biemond

+31 6 13 99 39 95

3020912@aeres.nl

Tuin- en akkerbouw agrarisch ondernemerschap

Aeres Hogeschool Dronten

Begeleider/ afstudeer docent: Karin Pepers

Docent, Aeres hogeschool

k.pepers@aeres.nl

Opdrachtgever: Gera van Os

Lectoraat duurzaam bodembeheer, Aeres hogeschool

g.van.os@aeres.nl

Dronten, augustus 2018

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.



VOORWOORD

Wij (Rick de Lange en Martijn Biemond) zijn 4^e jaars tuin- en akkerbouwstudenten aan de Aeres hogeschool in Dronten. Het eerste gedeelte van ons afstudeerjaar bestaat uit de minor gezonde gewassen. Tijdens deze minor hebben wij onder andere het onderzoek naar de theezakjesmethode opgezet. Onze interesse ging uit naar deze opdracht omdat wij beide thuis actief zijn in het agrarische bedrijf. Maar ook omdat de onderwerpen rondom bodemgezondheid, organische stof en bodemleven erg actueel zijn en het belang van een gezonde bodem steeds duidelijker wordt. Na het afronden van deze minor gaan wij verder met het uitwerken en uitvoeren van het onderzoek. Hierbij ben ik (Martijn Biemond) verder gegaan met het uitwerken van het onderzoek met betrekking tot het meten van de activiteit van het bodemleven aan de hand van de theezakjesmethode.

De opdrachtgever van dit onderzoek is het lectoraat duurzaam bodembeheer van de Aeres hogeschool Dronten. Dit lectoraat houdt zicht bezig met het doen van onderzoek naar de bodem met betrekking tot de landbouw. Bij dit lectoraat zijn docenten, onderzoekers en een lector werkzaam. Deze personen worden ondersteund door studenten en/of stagairs bij het doen van onderzoek. Met behulp van het lectoraat wordt praktijkgericht onderzoek verbonden met het onderwijs. Het onderzoek naar de theezakjesmethode is afkomstig van een bollentelers netwerk in de provincie Noord-Holland en de Provincie Flevoland.

De doelgroep van dit onderzoek zijn landbouwers. Deze landbouwers zijn erbij gebaat om de afbraak van organisch materiaal op een betrouwbare manier te kunnen meten en zo de activiteit van de bodem te kunnen beoordelen.

Tot slot wil ik alle mensen die betrokken zijn geweest bij het onderzoek bedanken voor het inbrengen van kennis en materiaal. In het bijzonder wil ik Rick de Lange bedanken voor alles wat hij voor dit onderzoek gedaan heeft. Ook wil ik mijn begeleidster Karin Pepers bedanken dat zij altijd voor mij klaar staat wanneer er vragen zijn of wanneer er werkzaamheden uitgevoerd moeten worden.

Dronten, augustus 2018

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	5
SUMMARY	6
HOOFDSTUK 1: INLEIDING	7
1.1 AANLEIDING EN RELEVANTIE	7
1.2 HOOFD- EN DEELVRAGEN	8
HOOFDSTUK 2: MATERIAAL EN METHODE	9
2.1 ONDERZOEKSMETHODE	9
2.2 MATERIAAL DEELVRAGEN	10
2.3 METHODE DEELVRAGEN	10
2.3.1 <i>Wat is het effect op de activiteit van het bodemleven (gemeten met de theezakjesmethode) wanneer organisch materiaal aan de grondsoort lichte klei of duinzand toegevoegd wordt?</i>	10
2.3.2 <i>Wat is het effect op de activiteit van het bodemleven (gemeten met de theezakjesmethode) wanneer het middel Microferm aan de lichte klei of duinzand toegevoegd wordt?</i>	11
2.3.3 <i>Wat is het effect op de activiteit van het bodemleven (gemeten met de theezakjesmethode) tussen wel en niet gestoomde lichte klei of duinzand?</i>	11
2.4 STATISTISCHE ANALYSE	11
HOOFDSTUK 3: RESULTATEN	12
3.1 RESULTATEN: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) WANNEER ORGANISCH MATERIAAL AAN DE GRONDSOORT LICHT KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?	12
3.2 RESULTATEN: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) WANNEER HET MIDDEL MICROFERM AAN DE GRONDSOORT LICHT KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?	14
3.3 RESULTATEN: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) TUSSEN WEL EN NIET GESTOOMDE LICHT KLEI OF DUINZAND?	15
HOOFDSTUK 4: DISCUSSIE & CONCLUSIE	17
4.1 DISCUSSIE & CONCLUSIE: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) WANNEER ORGANISCH MATERIAAL AAN DE GRONDSOORT LICHT KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?	17
4.2 DISCUSSIE & CONCLUSIE: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) WANNEER HET MIDDEL MICROFERM AAN DE GRONDSOORT LICHT KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?	18
4.3 DISCUSSIE & CONCLUSIE: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) TUSSEN WEL EN NIET GESTOOMDE LICHT KLEI OF DUINZAND?	19
4.4 DISCUSSIE & CONCLUSIE: IN HOEVERRE IS DE THEEZAKJESMETHODE EEN TOEPASBARE METHODE OM DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN TE BEPALEN?	20

HOOFDSTUK 5: AANBEVELINGEN	22
BIBLIOGRAFIE	23
BIJLAGE 1: ONDERZOEKBESCHRIJVING	24
BIJLAGE 2: ONDERZOEK BESCHRIJVING UNIVERSITEIT VAN UTRECHT	28
BIJLAGE 3: PLATTEGROND KAS THEEZAKJESMETHODE-ONDERZOEK	29
BIJLAGE 4: BEHANDELINGEN	30
BIJLAGE 5: TIJDSPLANNING	32
BIJLAGE 6: AFBEELDINGEN UITVOERING	34

SAMENVATTING

In dit afstudeerwerkstuk wordt de theezakjesmethode onderzocht. Het onderzoek is voortgekomen vanuit de vraag van een bollentelersnetwerk uit Noord-Holland. Leden van dit netwerk hadden gelezen dat de activiteit van het bodemleven gemeten kan worden met behulp van theezakjes en zijn benieuwd naar de werking en betrouwbaarheid van deze methode.

Het onderzoek is in het najaar van 2017 gestart met een literatuurstudie. Tijdens deze literatuurstudie is het belang en de eigenschappen van het bodemleven onderzocht. Naar aanleiding van de onderzoeksvraag van het bollentelersnetwerk en opgedane kennis tijdens de literatuurstudie is vervolgens een onderzoeksopzet bedacht. Er is gekozen voor een pottenproef met verschillende behandelingen. Iedere behandeling is toegepast op twee verschillende grondsoorten, namelijk duinzand en lichte kleigrond. Het grootste gedeelte van de proef is uitgevoerd in de klimaat gestuurde schoolkas van de Aeres Hogeschool Dronten. Het overige gedeelte van de pottenproef is in de buitenlucht geplaatst. Per behandeling zijn 5 herhalingen en 2 verschillende soorten thee gebruikt.

Het hoofddoel van het onderzoek is het beantwoorden van de hoofdvraag: 'In hoeverre is de theezakjesmethode een toepasbare methode om de activiteit van het bodemleven te bepalen?'. Deelvragen die bijdragen aan het beantwoorden van de hoofdvraag hebben betrekking tot het toevoegen van organisch materiaal, Microferm en het stomen van de grond. Het organische materiaal is toegevoegd met als doel het bodemleven te stimuleren en de afbraakcapaciteit te verhogen. Het middel Microferm bevat bodemleven waardoor de verwachte afbraak van de thee uit de theezakjes naar verwachting ook hoger wordt. Het stomen van de grond zou erin moeten resulteren dat het bodemleven gedood wordt, zodat minder thee uit de theezakjes wordt afgebroken. Deze verschillende methodes om het bodemleven te (de)stimuleren zijn verwerkt in de verschillende behandelingen.

De pottenproef is ingezet in november 2017. Na 100 dagen is het onderzoek uitgethaald en is de afbraak bepaald. Per theezakje is circa 0,5 tot 1 gram van de in totaal ongeveer 2 gram verteerd. De hoeveelheid verteerd materiaal geeft tussen de behandelingen weinig verschillen. Binnen de behandelingen zitten in de herhalingen schommelingen in de hoeveelheid verteerd materiaal. Alle onderzoeksresultaten zijn statistisch geanalyseerd, het toevoegen van organische materiaal, Microferm en het stomen van de grond geeft nagenoeg geen statistische verschillen in afbraak.

De conclusie van het onderzoek is dat de theezakjesmethode niet onderscheidend genoeg is om de verschillen in de activiteit van de bodem en het bodemleven te bepalen. Wellicht kan verder onderzoek met een aangepaste onderzoeksopzet vernieuwende inzichten geven.

SUMMARY

In this thesis the tea bag method is investigated. This research is coming from a bulb growers network from Noord-Holland, The Netherlands. Members of this network had read that soil life activity can be measured by using tea bags. They want to know what the applicability of this method can be for their business.

The research started September 2017 with a literature study. During this literature study the importance and characteristics of the soil life is investigated. In response to the research question from the bulb growers network and the knowledge during the literature study a research design has been devised. There has been chosen for a pot experiment with various treatments and soil types. Every treatment is done with two different soil types. The biggest part of the research was done in the climate controlled greenhouse of the Aeres University of Applied Sciences in Dronten. The other part of the research is done outside. Each treatment has four repetitions with two different tea types.

The main goal of the research was to answer the main question: 'To what extent the tea bag index can be used as a applicable method to determine the soil life activity?'. Sub-questions that contribute answering the main question are related to add organic material or Microferm to the soil and steaming the soil. The organic material is add to stimulate the soil life activity and to increase the degradation rate. Microferm contains 'soil life' to increase the degradation rate. Steaming the soil should result in killing the soil life to reduce the degradation rate. These different methods to (de)stimulate the soil life are processed in the different treatments.

The pot experiment is applied in November 2017. After 100 days the experiment is taken out and the degradation is determined. From each tea bag the degradation varied between 0.5 and 1.0 gram. Before degradation each tea bag weighed about 2 grams. The differences between the different treatments are fluctuating. All these results are statistically analyzed. The different treatments with organic material, Microferm and steaming the soil gives nearly no statistic difference.

The conclusion of this investigation is that the tea bag index is not a reliable way to determine the soil life activity. Perhaps further investigation with an adjusted research design can give other results.

HOOFDSTUK 1: INLEIDING

In de inleiding wordt vanuit een breder kader toegewerkt naar de hoofd- en deelvragen en de doelstelling van deze scriptie. Hierbij wordt begonnen met de bodem als basis voor de agrarische sector en het belang van organisch materiaal voor een goede bodemgezondheid. Hierbij komen we uit op de hoofdvraag: In hoeverre is de theezakjesmethode een toepasbare methode om de activiteit van het bodemleven te bepalen?

1.1 AANLEIDING EN RELEVANTIE

De bodem is de basis van de akkerbouw, dit is namelijk de belangrijkste productiefactor voor de akkerbouwsector. Er wordt in de agrarische sector veel gesproken over de bodemkwaliteit en de daling hiervan (Tholhuijsen, 2017). De akkerbouwer staat steeds meer in een spanningsveld tussen korte- en langetermijnbelangen. Hoge grond- en pacht prijzen in combinatie met lage productprijzen leiden tot korte termijnstrategieën zoals intensieve bouwplannen met hoog salderende gewassen en steeds zwaarder wordende mechanisatie voor een hogere arbeid efficiëntie. Dit alles resulteert in een intensief bodemgebruik.

De hoofdrede voor dit intensieve bodemgebruik is met name de groeiende landbouwbedrijven met steeds groter wordende mechanisatie en intensievere bouwplannen. Ook de klimaatsverandering met grotere weersextremen hebben een impact op de bodemkwaliteit. Daarnaast worden de gebruikersnormen van stikstof en fosfaat steeds verder aangescherpt waardoor er minder ruimte is om organische meststoffen aan te voeren (RVO, 2018). Dit resulteert erin dat de bodemvruchtbaarheid terugloopt. (Staps, van Vilsteren, Lammerts van Bueren, & Jetten, 2015).

Bodemvruchtbaarheid staat voor het vermogen van de bodem om een gewas van voedingsstoffen te voorzien, een goede bodemvruchtbaarheid is dus van essentieel belang (Hanegraaf & Alebeek, 2014). De staat van de bodemvruchtbaarheid wordt bepaald door chemische, fysische en biologische eigenschappen van de bodem (Atlas Natuurlijk Kapitaal, 2018). Een gezonde bodem is overigens niet alleen belangrijk als goede uitgangsbasis voor een gezonde teelt, maar ook van groot belang voor het klimaat. Een gezonde bodem draagt bij aan de emissiereductie; hoe gezonder een bodem is des te meer CO₂ er wordt vast gelegd (Louis Bolk instituut, 2018). Daarnaast heeft een gezonde bodem een hoger water bufferend vermogen, doordat een bodem met een hoger organische stofgehalte meer vocht vast kan houden, kan wateroverlast worden voorkomen. (Snellen, 2017).

De mate van aanwezigheid van bodemleven is een van de belangrijkste factoren van de bodemkwaliteit (Van 't Riet & Van Dam, 2003). Het bodemleven draagt bij aan allerlei processen in de bodem zoals vertering van organische stof, nutriëntenlevering en -binding, residu-afbraak, ziekte- en plaagwering en het creëren van poriën in de grond wat een positief effect heeft op de structuur, waterhuishouding en de aanwezigheid van zuurstof (Hanegraaf, M; Termorshuizen, A; Bloem, J, 2012). Het proces waarbij vers organisch materiaal wordt omgezet in stabiele organische stof (humus) heet humificatie. Humus heeft over het algemeen een positief effect op de bodemkwaliteit. Daarnaast ondergaat organische stof mineralisatie. Dit betekent dat organisch materiaal afgebroken wordt waardoor de nutriënten die hierin aanwezig zijn vrijkomen (Moolenaar & Hanegraaf, 2014). Het bodemleven bestaat uit verschillende organismen namelijk: wormen, mollen en de micro-organismen zoals bacteriën, schimmels, protozoa, mijten en nematoden. De verschillende soorten en de verhoudingen waarin deze soorten aanwezig zijn binnen een ecosysteem is de biodiversiteit

(Postma, 2017). De biodiversiteit en de verhouding waarin verschillende soorten bodemleven aanwezig zijn in de bodem is dus een indicator voor de gezondheid en de productiecapaciteit van deze bodem (Melman & van der Heide, 2011).

Het meten van de daadwerkelijke activiteit van het bodemleven is lastig. Momenteel wordt de activiteit van het bodemleven bepaald door bacteriën en schimmels uit de bodem op te kweken op een voedingsbodem. De bacteriën en schimmels vermeerderen zich tijdens dit proces waardoor ze beter zichtbaar worden. Na een bepaalde periode wordt het opgekweekte bodemleven visueel geanalyseerd onder een microscoop (Eurofins Agro, 2016). Deze methode is niet betrouwbaar omdat er maar een klein gedeelte van de verschillende soorten bodemleven wordt vermeerderd met deze methode. Daarnaast is dit een tijdrovende methode (Bokhorst & Janmaat, 2013).

Een andere methode die gebruikt wordt is de incubatiemethode. Bij deze methode wordt eerst de voor de plant beschikbare hoeveelheid stikstof gemeten. Vervolgens wordt de grond zuurstofarm gemaakt waardoor het aerobe bodemleven afsterft. Het anaerobe bodemleven blijft actief onder deze omstandigheden en eet het dode aerobe bodemleven op. Bij dit proces komt stikstof vrij en na 7 dagen wordt de hoeveelheid stikstof gemeten die vrijgekomen is. Aan de hand van de hoeveelheid vrijgekomen stikstof kan bepaald worden hoeveel bodemleven hierin aanwezig was. Dit is een indirecte methode om te bepalen hoeveel levend materiaal er in de bodem beschikbaar is (Eurofins Agro, 2016).

Echter blijft de betrouwbaarheid van deze methodes een discussiepunt. Al deze methodes meten indirect de hoeveelheid aanwezig bodemleven en werken niet voor alle soorten bodemleven. Daarnaast zijn het tijdrovende en dure methodes. Momenteel wordt er over de hele wereld geëxperimenteerd met de theezakjesmethode. De theezakjesmethode is een methode waarbij de afbraak van thee de indicator is. Een bollentelersnetwerk uit Noord-Holland is benieuwd naar de werking en toepasbaarheid van de theezakjesmethode in Nederland. Deze vraag is terecht gekomen bij het lectoraat duurzaam bodembeheer aan de Aeres hogeschool in Dronten.

De theezakjesmethode is ontwikkeld door ecologen van de Universiteit Utrecht. Deze methode is ontwikkeld omdat het goedkoop en simpel te gebruiken is. Daarnaast is het naar verwachting betrouwbaar, omdat thee organisch materiaal is en wordt afgebroken door het bodemleven (Utrecht Universiteit, 2013).

1.2 HOOFD- EN DEELVRAGEN

Uit deze vraag van het bollentelers netwerk komt de volgende hoofdvraag voort: In hoeverre is de theezakjesmethode een toepasbare methode om de activiteit van het bodemleven te bepalen?

De hierbij behorende deelvragen zijn:

- Wat is het effect op de activiteit van het bodemleven (gemeten met de theezakjesmethode) wanneer organisch materiaal aan de grondsoort lichte klei of duinzand toegevoegd wordt?
- Wat is het effect op de activiteit van het bodemleven (gemeten met de theezakjesmethode) wanneer het middel Microferm aan de grondsoort lichte klei of duinzand toegevoegd wordt?
- Wat is het effect op de activiteit van het bodemleven (gemeten met de theezakjesmethode) tussen wel en niet gestoomde lichte klei of duinzand?

HOOFDSTUK 2: MATERIAAL EN METHODE

In het hoofdstuk materiaal en methode wordt ingegaan op de manier waarop het onderzoek uitgevoerd is. Hierbij wordt eerst ingegaan op wat voor soort onderzoek gedaan is. Daarna wordt ingegaan op de manier waarop dit onderzoek uitgevoerd is en hoe antwoord op de verschillende deelvragen gegeven is.

2.1 ONDERZOEKSMETHODE

Om antwoord op de hoofdvraag “Is de theezakjesmethode een toepasbare methode om de activiteit van het bodemleven te bepalen” te kunnen geven is een onderzoek uitgevoerd in de periode oktober 2017 tot en met februari 2018. Om het onderzoek in deze tijd van het jaar uit te kunnen voeren is het onderzoek in een omgeving uitgevoerd waar de omstandigheden voor het bodemleven gunstig zijn, zodat het bodemleven actief is. Deze omstandigheden kunnen in deze tijd van het jaar nagebootst worden in een kas waar het klimaat geregeld kan worden. De minimum temperatuur van de kas is ingesteld op 6 graden Celsius zodat het onderzoek door kan blijven gaan zonder winterstop. Binnen dit onderzoek wordt ook gekeken wat het effect is van deze kasomstandigheden op het bodemleven en vertering van organisch materiaal. Daarom is van iedere behandeling een herhaling buiten geplaatst. Het onderzoek is als pottenproef uitgevoerd omdat op deze manier de verschillende behandelingen gescheiden gehouden kunnen worden. Daarnaast kunnen de verschillende potten tijdens en na afloop van het onderzoek afzonderlijk en objectief beoordeeld worden.

De onderzoeksvraag of de theezakjesmethode een toepasbare methode om de activiteit van het bodemleven te bepalen is, is afkomstig van een bollentelers netwerk uit Noord-Holland. De grondsoort waarop deze bollentelers hun gewassen telen is zandgrond. Binnen dit onderzoek is gebruik gemaakt van een soort gelijke zandgrond en een lichte kleigrond. Hiervoor is gekozen om zo de verschillen tussen deze twee grondsoorten te kunnen analyseren. Om effecten van gebruikte gewasbeschermingsmiddelen en/of kunstmeststoffen uit te sluiten, is gebruik gemaakt van grond waarop biologische geteeld wordt. Doordat op deze grond geteeld wordt zonder gebruik te maken van gewasbeschermingsmiddelen en kunstmeststoffen zijn hiervan geen invloeden op de activiteit van het bodemleven te verwachten. Ook de gewasresten (gras) die gebruikt zijn, zijn biologisch. Hierin zijn geen residuen van gewasbeschermingsmiddelen aanwezig die de resultaten kunnen beïnvloeden. Door een gedeelte van de gebruikte grond te stomen kan een 0-meting gedaan worden. Tijdens het stomen wordt de grond verhit waardoor het bodemleven afsterft.

Het onderzoek zal uitgevoerd worden zoals beschreven is in bijlage 1: *Onderzoekbeschrijving*. In bijlage 2: *Proefbeschrijving Universiteit van Utrecht* is te zien hoe de uitwerking van de proef door de Universiteit van Utrecht voorgeschreven wordt. Het verschil tussen dit onderzoek en de manier waarop het onderzoek van de Universiteit van Utrecht uitgevoerd is, is dat bij dit onderzoek met verschillende behandelingen en grondsoorten gewerkt is. Verder worden bij de Universiteit van Utrecht de theezakjes in de volle grond geplaatst en is deze proef als pottenproef in de kas uitgevoerd. Daarnaast wordt de afbraak bij de Universiteit van Utrecht gemeten door de theezakjes aan een karton te hangen en hiervan de doorbuiging te noteren; hoe verder het karton doorbuigt hoe minder thee er is afgebroken. Bij dit onderzoek is de afbraak bepaald door het gewichtsverschil te bepalen met een weegschaal.

Alle behandelingen worden 5 keer herhaald. De potten met de verschillende behandelingen worden vervolgens gewaard in de onderzoeksofstelling gezet zodat dezelfde behandelingen niet naast elkaar komen te staan. Een overzicht van de plaats van de potten in de kas is te vinden in *Bijlage 3: Plattegrond kas theezakjesmethode-onderzoek*. Met deze herhalingen en warring wordt een deel van de ruis door plaatsing in de kas (bijvoorbeeld meer of minder dicht in de buurt van het glas) gelimiteerd.

Het onderzoek wordt uitgevoerd volgens de onderzoek beschrijving die te vinden is in *Bijlage 1: Onderzoekbeschrijving*. De potten waarin het onderzoek uitgevoerd is hebben een inhoud van 7 liter, zijn 25 centimeter hoog, de diameter onder is 16,5 centimeter en de diameter boven is 22 cm. De toevoegingsmiddelen worden tijdens de uitvoering van de proef circa 2 centimeter boven het theezakje toegediend, zodat een optimale werking van de middelen te verwachten is. Het toepassen en afmeten van de juiste hoeveelheid wordt gedaan met een pipet.

2.2 MATERIAAL DEELVRAGEN

Doordat het bodemleven lastig te meten is, is in dit onderzoek de activiteit van het bodemleven gemeten door de afbraak van verschillende theesoorten te bepalen. De variabele die gemeten wordt bij dit onderzoek is het verschil in gewicht van de theezakjes bij aanvang en na afloop van het onderzoek. Het verschil in gewicht tussen deze twee periodes is de afbraak die in deze periode plaats heeft gevonden. Het verschil in gewicht kan nauwkeurig en objectief bepaald worden. Na het uithalen van de pottenproef moet de aanhangende grond van de theezakjes verwijderd worden. Daarna kunnen de theezakjes gedroogd en gewogen worden. Het verschil in gewicht bij aanvang en na afloop van het onderzoek is de afbraak van organisch materiaal tijdens het onderzoek.

2.3 METHODE DEELVRAGEN

Om de verschillende deelvragen te kunnen beantwoorden moet er binnen het onderzoek verschillende behandelingen uitgevoerd worden. In *Bijlage 4: Behandelingen* is een overzicht te vinden van alle verschillende potten en de behandelingen die per pot uitgevoerd zijn. Hoe deze behandelingen uitgevoerd worden is voor iedere behandeling en deelvraag verschillend. De methode waarop dit gedaan is wordt in de hierop volgende hoofdstukken beschreven en verder uitgewerkt.

2.3.1 WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) WANNEER ORGANISCH MATERIAAL AAN DE GRONDSOORT LICHT KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?

Het gebruikte organisch materiaal is vers organisch materiaal in de vorm van gras. Het gras is onbespoten en niet bemest, hierdoor is beïnvloeding van deze factoren op het onderzoek uitgesloten.

Het organische materiaal moet door de bovenste 10 centimeter van de lichte klei of duinzand worden gemengd, dit om inkuilen en verzuren van het verse organische materiaal te voorkomen. De afbraak door het bodemleven wordt gemeten door het gewichtsverschil van de theezakjes te bepalen. De theezakjes worden op 8 centimeter diepte in de potten ingegraven.

Het is van belang om het effect van het toevoegen van vers organisch materiaal op de activiteit van bodemleven te bepalen om zo het effect op de activiteit van het bodemleven te bepalen wanneer meer organisch materiaal (voedsel) aanwezig is voor het bodemleven.

2.3.2 WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) WANNEER HET MIDDEL MICROFERM AAN DE LICHTE KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?

Ook het effect van het middel Microferm op de activiteit van bodemleven wordt beproefd. Het middel Microferm wordt toegevoegd aan de bodem boven de plaats waar het theezakje geplaatst is.

Microferm is een product wat micro-organisme zoals bacteriën, schimmels en gisten bevat. Dit product bevordert volgens de producent de omzetting van mest en plantenresten (Agriton, 2012). Microferm is een product wat vloeibaar over het land verdeeld moet worden toegepast.

In het onderzoek wordt dit product ingezet om het effect van het toevoegen van bodemleven op de vertering van organisch materiaal te beproeven. De maximaal geadviseerde te gebruiken hoeveelheid Microferm is 40 liter per hectare. Dit betekent 0,152 milliliter Microferm per pot. Het product Microferm wordt circa 4 centimeter boven het theezakje aan de potten toegevoegd. Hierdoor is een optimale werking van het product te verwachten omdat het middel zo naar het theezakje toe spoelt. De afbraak door het bodemleven wordt gemeten door het gewichtsverschil van de theezakjes te bepalen.

2.3.3 WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) TUSSEN WEL EN NIET GESTOOMDE LICHTE KLEI OF DUINZAND?

Het is van belang om het effect van stomen op de activiteit van bodemleven te bepalen om meer te weten te komen over de activiteit van het bodemleven. Wanneer de grond gestoomd wordt kan ervan uitgegaan worden dat al het bodemleven gedood wordt (Postma, J; Cuijpers, W.J.M., 2004; RVO, 2018). Deze behandeling wordt vergeleken met de resultaten van de onbehandelde methode; de methode met toevoegen van organisch materiaal en de methode met het toevoegen van het middel Microferm.

De grond wordt gestoomd in de droogstoof. De lichte klei en het duinzand worden los van elkaar in nieuwe autoclaafzakken in de droogstoof geplaatst. Het is van belang dat de zakken niet helemaal worden dichtgemaakt, zodat er lucht uit de zak kan wanneer deze door de warmte uitzet.

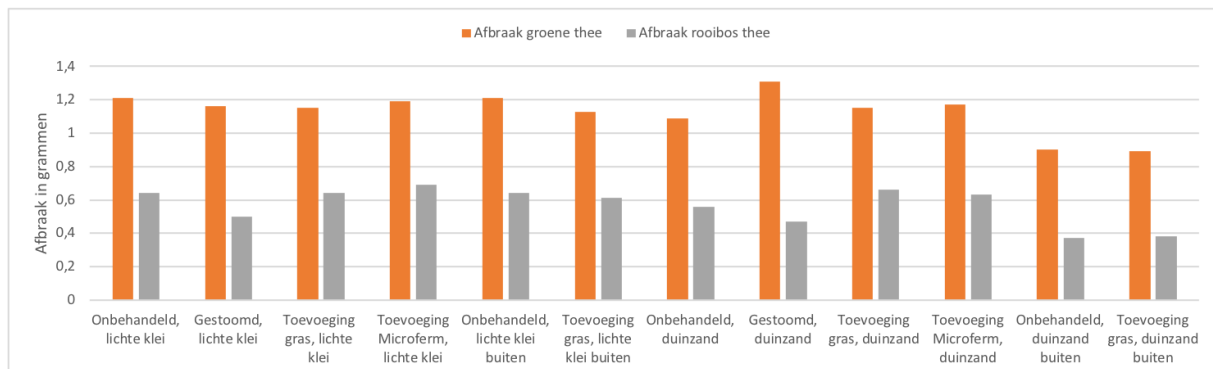
De behandelingen met de gestoomde grond worden als eerste verwerkt wanneer al het gereedschap nog schoon is. Op deze manier wordt vermenging met de niet gestoomde grond voorkomen.

2.4 STATISTISCHE ANALYSE

Voor de analyse van de resultaten is een ANOVA uitgevoerd in het programma GenStat. Zo kunnen effecten en mogelijke interacties van en tussen de behandelingen worden achterhaald en statistische verbanden worden vastgesteld.

HOOFDSTUK 3: RESULTATEN

Het theezakjesmethode-onderzoek is ingezet op 6 november en na 100 dagen op 14 februari weer uitgehaald. Tijdens de periode dat het onderzoek uitstond is drie keer per week water gegeven en het onkruid verwijderd. Na het uithalen van de proef is de grond van de theezakjes verwijderd en zijn de zakjes gedroogd. Na het drogen is de laatste grond van de zakjes gehaald en zijn de zakjes gewogen. Hieronder zijn de resultaten hiervan te vinden. In de onderstaande grafiek, *grafiek 3.1* is de gemiddelde afbraak van alle behandelingen die gedaan zijn weergegeven.



GRAFIEK 3.1: GEMIDDELTE AFBRAAK ALLE BEHANDELINGEN

3.1 RESULTATEN: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) WANNEER ORGANISCH MATERIAAL AAN DE GRONDSOORT LICHT KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?

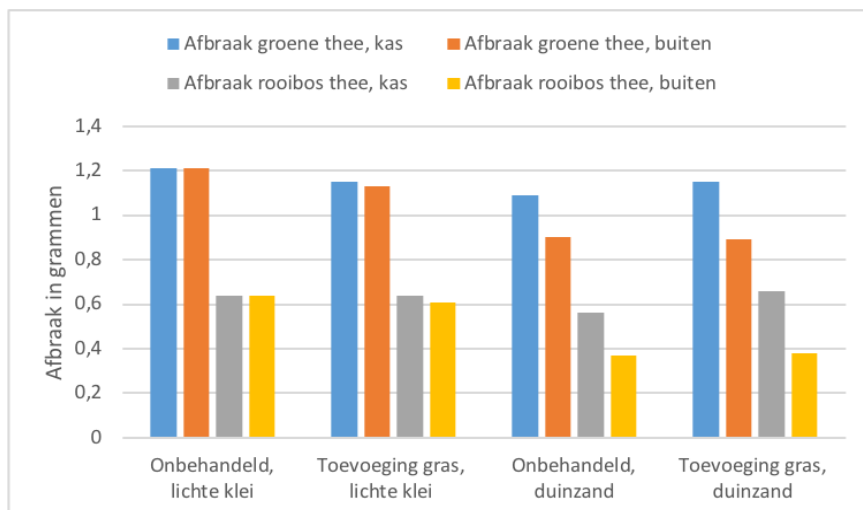
In onderstaande *tabel 3.1.1* zijn de resultaten van de behandelingen waarbij organisch materiaal is toegevoegd te zien. Hierbij is aan de verschillende grondsoorten organisch materiaal in de vorm van gras toegevoegd met als doel de activiteit van het bodemleven te stimuleren. Daarnaast is deze behandeling buiten en binnen (in de kas in een klimaat geregelde omgeving uitgevoerd). In *tabel 3.1.1* zijn de resultaten van de behandelingen 1, 5, 11 en 15 te zien. Hierbij is behandeling 1 de standaardbehandeling voor lichte klei die in de kas is uitgevoerd en waarbij geen verdere toevoegingen gedaan zijn. Behandeling 5 is de standaard behandeling waarbij geen verdere toevoegingen gedaan zijn deze behandeling is niet in de kas maar buiten uitgevoerd. Behandeling 11 is de standaardbehandeling voor duinzand die in de kas is uitgevoerd en waarbij geen verdere toevoegingen gedaan zijn. Behandeling 15 is de standaard behandeling waarbij geen verdere toevoegingen gedaan zijn deze behandeling is niet in de kas maar buiten uitgevoerd. Bij de behandelingen 3 en 6 is gras aan de grondsoort lichte klei toegevoegd. Hierbij is behandeling 3 de behandeling die in de kas uitgevoerd is en behandeling 6 de behandeling die buiten uitgevoerd is. Bij de behandelingen 13 en 16 is gras aan het duinzand toegevoegd. Hierbij is behandeling 13 de behandeling die in de kas uitgevoerd is en behandeling 16 de behandeling die buiten uitgevoerd is.

In de *tabel 3.1.1* zijn de resultaten en statistische verschillen te zien. Tussen de verschillende theesoorten geeft groene thee een significant hogere afbraak dan de rooibos thee. Een ander significant verschil is dat behandeling 15 en 16 (onbehandeld, duinzand en toevoeging gras, duinzand) bij beide theesoorten de significant laagste afbraak geven. Naast behandeling 15 en 16 zijn binnen de rooibos theesoort geen statische verschillen. Binnen de groene thee is naast het statische verschil van behandeling 15 en 16 met de andere behandelingen nog een significant verschil tussen behandeling 1 (Onbehandeld, lichte klei) en behandeling 11 (Onbehandeld, duinzand).

TABEL 3.1.1: RESULTATEN DEELVRAAG: "WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMEHODE) WANNEER ORGANISCH MATERIAAL AAN DE GRONDSOORT LICHT KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?"

Nr.	Behandeling	Theesoort	Locatie	Afbraak thee	I,s,d,	Afbraak - I.s.d.	
1	Onbehandeld, licht klei	Groen	Kas	1,21	0,1156	1,0944	a
3	Toevoeging gras, lichte klei	Groen	Kas	1,15	0,1156	1,0344	ab
13	Toevoeging gras, duinzand	Groen	kas	1,15	0,1156	1,0344	ab
5	Onbehandeld, licht klei	Groen	Buiten	1,15	0,1156	1,0344	ab
6	Toevoeging gras, lichte klei	Groen	Buiten	1,13	0,1156	1,0144	ab
11	Onbehandeld, duinzand	Groen	Kas	1,09	0,1156	0,9744	b
15	Onbehandeld, duinzand	Groen	Buiten	0,9	0,1156	0,7844	c
16	Toevoeging gras, duinzand	Groen	Buiten	0,89	0,1156	0,7744	c
13	Toevoeging gras, duinzand	Rooibos	Kas	0,66	0,1156	0,5444	d
1	Onbehandeld, licht klei	Rooibos	Kas	0,64	0,1156	0,5244	d
3	Toevoeging gras, lichte klei	Rooibos	Kas	0,64	0,1156	0,5244	d
5	Onbehandeld, licht klei	Rooibos	Buiten	0,64	0,1156	0,5244	d
6	Toevoeging gras, lichte klei	Rooibos	Buiten	0,61	0,1156	0,4944	d
11	Onbehandeld, duinzand	Rooibos	Kas	0,56	0,1156	0,4444	d
16	Toevoeging gras, duinzand	Rooibos	Buiten	0,38	0,1156	0,2644	e
15	Onbehandeld, duinzand	Rooibos	Buiten	0,37	0,1156	0,2544	e

In de onderstaande grafiek, *grafiek 3.1.1*, is een overzicht te zien van de gemiddelde afbraak per behandeling. Deze resultaten zijn uitgesplitst in de behandeling die uitgevoerd zijn (onbehandeld, lichte klei/ toevoeging gras, lichte klei/ onbehandeld, duinzand & toevoeging gras, duinzand). Voor deze verschillende behandelingen wordt de afbraak in grammen thee weergegeven voor de verschillende theesoorten en de locatie (kas/ buiten) waar deze uitgevoerd is. In de grafiek is te zien dat de behandelingen binnen met de grondsoort lichte klei weinig verschil geven met dezelfde behandelingen buiten. Bij de behandelingen met duinzand zijn de verschillen tussen deze behandelingen in de grafiek wel te zien. Hierbij geven de behandelingen die buiten uitgevoerd worden een lagere afbraak dan de behandelingen binnen. Deze verschillen zijn echter niet significant en daarom niet statistisch te onderbouwen.



GRAFIEK 3.1.1: AFBRAAK BEHANDELINGEN KAS/ BUITEN & WEL/ GEEN GRAS

3.2 RESULTATEN: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) WANNEER HET MIDDEL MICROFERM AAN DE GRONDSOORT LICHT KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?

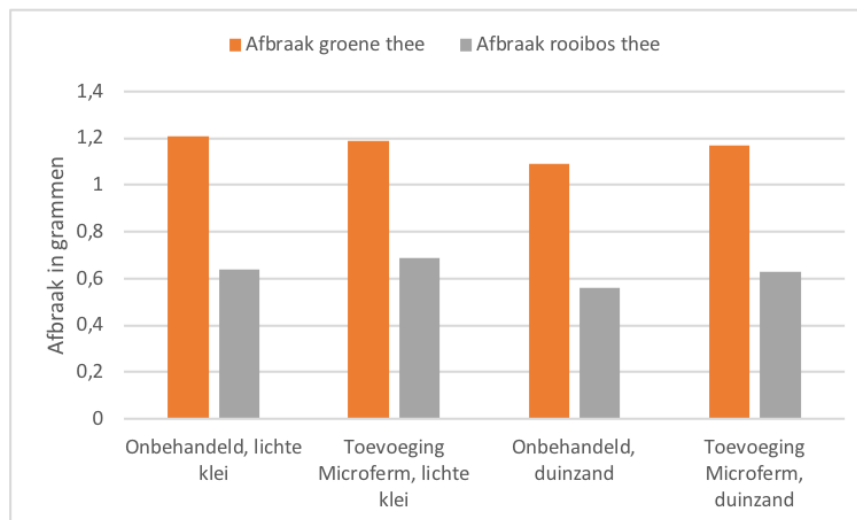
In de hier onderstaande tabel zijn de resultaten van de behandelingen waarbij Microferm aan de verschillende grondsoorten is toegevoegd te zien. Het doel van deze behandeling is de hoeveelheid bodemorganisme vermeerderen en stimuleren waardoor de afbraak verhoogt wordt. Deze behandelingen zijn allemaal in de kas uitgevoerd. In tabel 3.2.1 zijn de resultaten van behandeling 1, 4, 11 en 14 te vinden. Behandeling 1 is de standaardbehandeling waarbij geen toevoegingen aan de grondsoort lichte klei gedaan zijn. Behandeling 4 is de behandeling waarbij Microferm is toegevoegd aan de lichte klei om te beproeven of het toedienen van het middel Microferm de afbraak van organisch materiaal vergroot. Behandeling 11 is de standaardbehandeling waarbij geen toevoegingen aan het duinzand gedaan zijn. Behandeling 14 is de behandeling waarbij Microferm is toegevoegd aan het duinzand om te beproeven of het toedienen van het middel Microferm de afbraak van organisch materiaal vergroot.

TABEL 3.2.1: RESULTATEN DEELVRAAG: "WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMEHODE) WANNEER HET MIDDEL MICROFERM AAN DE GRONDSOORT LICHT KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?"

Nr.	Behandeling	Theesoort	Afbraak thee	I.s.d.	Afbraak - I.s.d.	
1	Onbehandeld, lichte klei	groen	1,21	0,1333	1,0767	a
4	Toevoeging Microferm, lichte klei	groen	1,19	0,1333	1,0567	a
14	Toevoeging Microferm duinzand	groen	1,17	0,1333	1,0367	a
11	Onbehandeld, duinzand	groen	1,09	0,1333	0,9567	a
4	Toevoeging Microferm, lichte klei	rooibos	0,69	0,1333	0,5567	b
1	Onbehandeld, lichte klei	rooibos	0,64	0,1333	0,5067	b
14	Toevoeging Microferm duinzand	rooibos	0,63	0,1333	0,4967	b
11	Onbehandeld, duinzand	rooibos	0,56	0,1333	0,4267	b

In *tabel 3.2.1* zijn de resultaten en statistische verschillen te zien. Binnen deze behandelingen is het enige significante verschil dat groene thee een hogere afbraak heeft dan de rooibos thee.

In de onderstaande grafiek, *grafiek 3.2.1*, is een overzicht te zien van de gemiddelde afbraak per behandeling. Deze resultaten zijn uitgesplitst in de behandeling die uitgevoerd zijn (onbehandeld, lichte klei/ toevoeging Microferm, lichte klei/ onbehandeld, duinzand & toevoeging Microferm, duinzand). Voor deze verschillende behandelingen wordt de afbraak in grammen thee weergegeven voor de verschillende theesoorten. In de grafiek is te zien dat het toevoegen van Microferm aan de grondsoort lichte klei weinig effect heeft. Echter bij de behandelingen waarbij Microferm is toegevoegd aan het duinzand is te zien dat dit een hogere afbraak geeft bij beide theesoorten. Deze verschillen zijn echter niet significant en daarom niet statistisch te onderbouwen.



GRAFIEK 3.2.1: AFBRAAK BEHANDELINGEN WEL/ GEEN MICROFERM

3.3 RESULTATEN: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) TUSSEN WEL EN NIET GESTOOMDE LICHT KLEI OF DUINZAND?

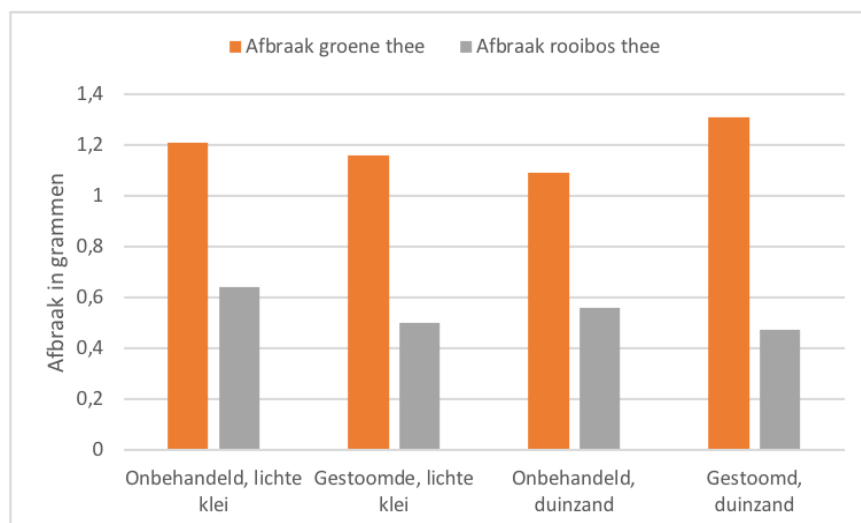
In de hier onderstaande tabellen zijn de resultaten van de behandelingen waarbij de verschillende grondsoorten wel en niet gestoomd zijn te vinden. Het stomen heeft als doel het bodemleven te doden, zo kan gekeken worden wat het effect is van veel of weinig/geen bodemleven op de afbraak van organisch materiaal. Deze behandelingen zijn allemaal in de kas uitgevoerd. In *tabel 3.3.1* zijn de resultaten van behandeling 1, 2, 11 en 12 te vinden. Behandeling 1 is de standaardbehandeling waarbij geen toevoegingen aan de grondsoort lichte klei gedaan zijn. Behandeling 2 is de behandeling waarbij de lichte klei gestoomd is om te beproeven of het stomen van de bodem en hiermee het doden van de aanwezige bodemorganisme effect heeft op de afbraak van organisch materiaal. Behandeling 11 is de standaardbehandeling waarbij geen toevoegingen aan het duinzand gedaan zijn. Behandeling 12 is de behandeling waarbij het duinzand gestoomd is om te beproeven of het stomen van de grond, en hiermee het doden van de bodemorganisme, effect heeft op de afbraak van organisch materiaal.

TABEL 3.3.1: RESULTATEN DEELVRAAG: "WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMEHODE) TUSSEN WEL EN NIET GESTOOMDE LICHTE KLEI OF DUINZAND?"

Nr.	Behandeling	Theesoort	Afbraak thee	I.s.d.	Afbraak - I.s.d.	
12	Gestoomd, duinzand	groen	1,31	0,1480	1,162	a
1	Onbehandeld, lichte klei	groen	1,21	0,1480	1,062	ab
2	Gestoomde, lichte klei	groen	1,16	0,1480	1,012	b
11	Onbehandeld, duinzand	groen	1,09	0,1480	0,942	b
1	Onbehandeld, lichte klei	rooibos	0,64	0,1480	0,492	c
11	Onbehandeld, duinzand	rooibos	0,56	0,1480	0,412	cd
2	Gestoomde, lichte klei	rooibos	0,5	0,1480	0,352	cd
12	Gestoomd, duinzand	rooibos	0,47	0,1480	0,322	d

Zoals te zien is in *tabel 3.3.1* geeft groene thee een significant hogere afbraak dan de rooibos thee. De behandeling met gestoomd duinzand geeft bij groene thee een significant hogere afbraak dan de behandeling onbehandelde duinzand. Bij de behandelingen met rooibos thee is deze interactie tegenovergesteld, hierbij geeft het onbehandelde duinzand een hogere afbraak dan het gestoomde duinzand. Dit verschil is echter niet significant.

In de onderstaande grafiek, *grafiek 3.3.1*, is een overzicht te zien van de gemiddelde afbraak per behandeling. Deze resultaten zijn uitgesplitst in de behandeling die uitgevoerd zijn (onbehandeld, lichte klei/ gestoomde, lichte klei/ onbehandeld, duinzand & gestoomd, duinzand). Voor deze verschillende behandelingen wordt de afbraak in grammen thee weergegeven voor de verschillende theesoorten. Ook hierin is te zien dat bij groene thee, wanneer de grond gestoomd wordt, de afbraak bij duinzand toe neemt en wanneer bij rooibos thee de grond gestoomd wordt, de afbraak afneemt.



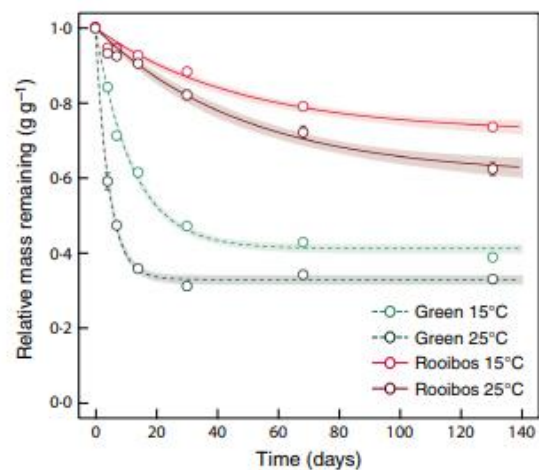
GRAFIEK 3.3.1: AFBRAAK BEHANDELINGEN WEL/ NIET STOMEN

HOOFDSTUK 4: DISCUSSIE & CONCLUSIE

In dit hoofdstuk worden de resultaten, die zijn weergegeven in hoofdstuk 3, per deelvraag toegelicht en bediscussieerd. De resultaten zijn geanalyseerd met behulp van het statistische programma GenStat. De behandelde resultaten in dit hoofdstuk zijn hiermee onderbouwt met een betrouwbaarheidspercentage van minstens 95%. Met deze statistische analyse is een verschil gemaakt tussen resultaten die door toeval zijn ontstaan en daadwerkelijke onderzoeksresultaten. Met behulp van deze statistisch onderbouwde resultaten wordt het doel van het onderzoek bereikt: Het beantwoorden van de hoofd- en deelvragen.

4.1 DISCUSSIE & CONCLUSIE: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) WANNEER ORGANISCH MATERIAAL AAN DE GRONDSOORT LICHTE KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?

De deelvraag “Wat is het effect op de activiteit van het bodemleven (gemeten met de theezakjesmethode) wanneer organisch materiaal aan de grondsoort lichte klei of duinzand toegevoegd wordt?” draagt bij aan het beantwoorden van de hoofdvraag (In hoeverre is de theezakjesmethode een toepasbare methode om de activiteit van het bodemleven te bepalen?), door de verschillen tussen de grondsoorten lichte klei en duinzand en het effect van het toevoegen van organisch materiaal duidelijker te analyseren. Hierbij is de verwachting dat de activiteit van het bodemleven in lichte klei hoger is dan in duinzand. Ook is de verwachting dat de activiteit van het bodemleven hoger wordt wanneer er organisch materiaal aan de bodem wordt toegevoegd. Dit komt doordat er dan meer voedsel voor het bodemleven beschikbaar is. Daarnaast is deze proef buiten en in de kas uitgevoerd. Hierdoor kunnen de verschillen bekeken worden die ontstaan doordat de proef onder optimale omstandigheden in de kas uitgevoerd wordt en of deze resultaten in dezelfde lijn met elkaar liggen.



FIGUUR 4.4.1 AFBRAAK CURVE (KEUSKAMP, DINGEMANS, LEHTINEN, SARNEEL, & HEFTING, 2013)

Zoals te zien is in *tabel 3.1.1* en te lezen in de toelichting hierbij is de afbraak groene thee significant hoger dan de afbraak van rooibos thee (zie hoofdstuk 4.4). Ook geven behandeling 15 en 16 (onbehandeld, duinzand en toevoeging gras, duinzand) voor beide theesoorten de significant laagste afbraak. Dit is te verklaren doordat deze behandeling buiten uitgevoerd is en doordat de activiteit van het bodemleven in het duinzand lager is dan in de lichte klei. Ook in de kas geeft de behandeling duinzand onbehandeld voor rooibos thee een statistisch lagere afbraak dan de andere behandelingen met rooibos thee. Bij groene thee geeft deze behandelingen ook een lage afbraak alleen is dit verschil niet significant. Wanneer echter gras wordt toegevoegd aan de behandelingen die in de kas zijn uitgevoerd wordt de afbraak hoger. Dit is te verklaren doordat het bodemleven gestimuleerd wordt door het toegevoegde organische materiaal in combinatie met de warmte. Dit verschil in afbraak is alleen niet significant.

De afbraak van de buiten uitgevoerde behandeling onbehandeld duinzand en toevoeging gras, duinzand is voor beide theesoorten significant het laagst. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat het bodemleven in het duinzand meer beïnvloed wordt door de temperatuur dan het bodemleven in de lichte klei. Dit kan komen doordat de structuur van de zandgrond meer open is, de deeltjes grover en de poriën grotere zijn dan bij kleigrond, waardoor deze grond sneller afkoelt. Hierdoor vermindert de activiteit van het bodemleven en de afbraak van organisch materiaal in het duinzand wanneer de temperatuur lager is. Verder zijn er statistische verschillen in de afbraak tussen de verschillende theesoorten. Hierbij geeft de groene thee een significant hogere afbraak dan rooibos thee. Dit verschil in afbraak is te verklaren aan de hand van de afbraak curves in *figuur 4.4.1*. Groene thee bevat makkelijker afbreekbaar organisch materiaal, waardoor deze afbraak hoger is dan die van de rooibos thee.

Verder verschilt behandeling 1 (Onbehandeld, lichte klei kas) en behandeling 11 (Onbehandeld, duinzand kas) bij groene thee statistisch van elkaar. Ook de behandeling 5 (Onbehandeld, lichte klei buiten) en behandeling 15 (Onbehandeld, duinzand buiten) verschillen voor beide theesoorten van elkaar. Dit betekent dat met deze methode onderscheid gemaakt kan worden tussen de grondsoorten lichte klei en duinzand wanneer er geen andere toevoegingen aan de grond gedaan worden. Dit onderscheid wordt gemaakt door de hogere afbraak van organisch materiaal en hiermee de hogere activiteit van het bodemleven.

Hieruit kan de conclusie getrokken worden dat de theezakjesmethode niet onderscheidend genoeg is om het verschil in activiteit van het bodemleven te meten wanneer er vers organisch materiaal aan de bodem wordt toegevoegd. Wel kan met de theezakjesmethode de invloeden van het klimaat op de activiteit van het bodemleven en de afbraak van organisch materiaal gemeten worden. Daarnaast kan het onderscheid tussen de grondsoorten lichte klei en duinzand gemeten worden wanneer hier geen andere toevoegingen aan de grond gedaan worden. Dit betekent dat de temperatuur een grote invloed heeft op de snelheid van de afbraak en de activiteit van het bodemleven dan het toevoegen van voedsel (in de vorm van organisch materiaal) voor het bodemleven zoals ook te zien is in *figuur 4.4.1*.

4.2 DISCUSSIE & CONCLUSIE: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) WANNEER HET MIDDEL MICROFERM AAN DE GRONDSOORT LICHT KLEI OF DUINZAND TOEGEVOEGD WORDT?

De deelvraag “Wat is het effect op de activiteit van het bodemleven (gemeten met de theezakjesmethode) wanneer het middel Microferm aan grondsoort lichte klei of duinzand toegevoegd wordt?” draagt bij aan het beantwoorden van de hoofdvraag (In hoeverre is de theezakjesmethode een toepasbare methode om de activiteit van het bodemleven te bepalen?), door de verschillen tussen de grondsoorten lichte klei en duinzand en het effect van het toevoegen van Microferm te beproeven en analyseren. Hierbij is de verwachte activiteit van het bodemleven in lichte klei hoger dan in het duinzand. Ook is de verwachte activiteit van het bodemleven hoger wanneer er Microferm aan de grond wordt toegevoegd doordat hier meer bodemleven aanwezig zou moeten zijn. Dit staat echter wel ter discussie doordat de hoeveelheid toegevoegd “bodemleven” door het middel Microferm zeer beperkt is.

Zoals te zien is in *tabel 3.2.1* en te lezen in de toelichting hierbij is de afbraak groene thee significant hoger dan de afbraak van rooibos thee (zie hoofdstuk 4.4). Ook is te zien dat de afbraak van de thee bij de behandeling: toevoeging Microferm, duinzand hoger is dan de behandeling onbehandeld duinzand. Ook bij de behandeling: toevoeging Microferm, lichte klei geeft de behandeling met Microferm een hogere afbraak dan lichte klei onbehandeld. Hierbij heeft microferm dus een mogelijk positief effect op de vertering en hiermee de activiteit van het bodemleven. Echter zijn deze verschillen niet significant. De hoeveelheid bodem organisme die op deze manier aan de bodem toegevoegd wordt is ook zeer gering waardoor deze werking van het product ook te verklaren is. Wel is er een statistisch verschil in de afbraak tussen de verschillende theesoorten. Hierbij geeft de groene thee een significant hogere afbraak dan rooibos thee.

Naast de verschillen in afbraak van groene- en rooibos thee zijn er geen significante verschillen. Hieruit moet geconcludeerd worden dat de theezakjesmethode niet onderscheidend genoeg is om de mogelijke effecten van het toevoegen van het middel Microferm (en hiermee bodemleven) te kunnen meten.

4.3 DISCUSSIE & CONCLUSIE: WAT IS HET EFFECT OP DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN (GEMETEN MET DE THEEZAKJESMETHODE) TUSSEN WEL EN NIET GESTOOMDE LICHTE KLEI OF DUINZAND?

De deelvraag “Wat is het effect op de activiteit van het bodemleven (gemeten met de theezakjesmethode) tussen wel en niet gestoomde lichte klei of duinzand?” draagt bij aan het beantwoorden van de hoofdvraag (In hoeverre is de theezakjesmethode een toepasbare methode om de activiteit van het bodemleven te bepalen?) door de verschillen tussen de grondsoorten lichte klei en duinzand en het effect van het doden van het bodemleven duidelijker te analyseren. Hierbij is de verwachte activiteit van het bodemleven in lichte klei hoger dan in het duinzand. Doordat de gronden gestoomd worden neemt de verwachte afbraak van organisch materiaal, en hiermee de activiteit van het bodemleven, af. Hierdoor is de verwachte afbraak in de gestoomde potten lager dan in de onbehandelde potten.

Zoals te zien is in *tabel 3.3.1* en te lezen in de toelichting hierbij is de afbraak groene thee significant hoger dan de afbraak van rooibos thee (zie hoofdstuk 4.4). Ook is in deze behandeling een significant kruislings verband te zien in afbraak tussen de combinatie grondsoort, stomen en groene thee. Bij lichte klei neemt de afbraak van groene thee af wanneer de grond gestoomd wordt maar bij duinzand neemt de afbraak van groene thee juist toe wanneer de grond gestoomd wordt. Bij de rooibos thee is de afbraak van de niet gestoomde behandelingen hoger dan de gestoomde behandeling. Deze verschillen zijn echter niet significant. Dit betekent dat de behandelingen waarbij duinzand gestoomd wordt een hogere afbraak geven dan de niet gestoomde behandeling. Bij lichte klei is dit precies tegenovergesteld, de gestoomde lichte klei geeft een lagere afbraak dan de onbehandelde lichte klei. Bij lichte klei is het verschil niet significant. Dit kruislings verband kan verklaard worden door de verschillende en niet volledige werking van het stomen. Hierdoor is bij het duinzand slechts een gedeelte van het bodemleven afgestorven. Uit dit afgestorven bodemleven komen voedingselementen vrij waardoor het sterke bodemleven (wat het stomen overleefd heeft) zich versneld kan vermenigvuldigen en hierdoor meer organisch materiaal van de groene thee (snel afbreekbare thee) afbreekt. Bij de lichte klei is dit niet het geval, dit kan mogelijk komen doordat

lichte klei en het bodemleven in lichte klei andere eigenschappen hebben dan het bodemleven in duinzand. Het stomen kan in de lichte klei doordat dit een dichter geheel is minder goed gewerkt hebben waardoor hier nog minder bodemleven gedood is dan bij het duinzand, hierdoor kan het verschil in afbraak tussen lichte klei en duinzand verklaard worden. Ook hier zijn er statistische verschillen in de afbraak tussen de verschillende theesoorten. Hierbij geeft de groene thee een significant hogere afbraak dan rooibos thee. Dit verschil in afbraak is te verklaren aan de hand van de afbraak curves in *figuur 4.4.1*, groene thee bevat makkelijker afbreekbaar organisch materiaal dan rooibos thee waardoor de afbraak van groene thee hoger is.

Verder zijn er geen statistische verschillen waardoor de conclusie getrokken kan worden dat het stomen niet volledig gewerkt heeft. Wel kan met de theezakjesmethode een verschil gemeten worden in de activiteit van het bodemleven wanneer de grond gestoomd wordt. Dit verschil is echter tegengesteld aan de verwachtingen. Dit is te verklaren door het niet volledig werken van het stomen. Hierdoor kan pionierend bodemleven zich versneld vermenigvuldigen en wordt de afbraak van organisch materiaal vergroot in plaats van verminderd.

4.4 DISCUSSIE & CONCLUSIE: IN HOEVERRE IS DE THEEZAKJESMETHODE EEN TOEPASBARE METHODE OM DE ACTIVITEIT VAN HET BODEMLEVEN TE BEPALEN?

In de *figuur 4.4.1* is de afbraak van de verschillende thee soorten bij verschillende temperaturen weergegeven (Keuskamp, Dingemans, Lehtinen, Sarneel, & Hefting, 2013). Hierin is te zien dat de afbraak van de groene thee na 40 dagen stabiliseert. Dit is te verklaren doordat er in het organisch materiaal van de groene thee een gedeelte aanwezig is wat gemakkelijk afbreekt en een gedeelte wat stabiel is en daardoor weinig tot niet afbreekt. Het gedeelte gemakkelijk afbreekbaar organisch materiaal in de rooibos thee, is minder gemakkelijk afbreekbaar dan het makkelijk afbreekbare organische materiaal in groene thee, waardoor deze curve een vlakker verloop heeft. Ook is in deze grafiek het effect van temperatuur op de afbraak van organisch materiaal te zien. Wanneer de temperatuur 10 graden hoger is, kan uit de grafiek afgelezen worden dat de afbraak van het snel afbreekbare organische materiaal versnelt plaatsvindt maar vervolgens ook stabiliseert (Keuskamp, Dingemans, Lehtinen, Sarneel, & Hefting, 2013).

Hieruit kan geconcludeerd worden dat de verschillende theesoorten verschillende bijbehorende afbraak curves hebben. Deze verschillende afbraak curves komen voort uit de verschillende samenstellingen van het organisch materiaal van de verschillende theesoorten.

Binnen het uitgevoerde onderzoek is de temperatuur voor het gedeelte van de proef wat binnen uitgevoerd is voor de verschillende behandelingen gelijk geweest. Hierdoor is te verklaren dat binnen de verschillende theesoorten weinig tot geen statistische verschillen te zien zijn. Wel is hierdoor het verschil in afbraak tussen de groene en de rooibos thee binnen de proef te verklaren. Doordat de groene thee gemakkelijker en sneller afbreekt dan de rooibos thee, geeft deze binnen iedere behandeling een statistisch hogere afbraak. Dit betekent dat de hoeveelheid afbreekbaar (instabiel) organisch materiaal van de groene thee in de periode (100 dagen) dat de proef gestaan heeft, altijd compleet afgebroken is, ongeacht de behandeling. Bij de rooibos thee is de afbraak nog niet gestabiliseerd. Dit komt doordat het langzaam afbreekbare instabiele organisch materiaal in de rooibos thee nog niet geheel is afgebroken. Echter doordat de temperatuur voor de hele proef hetzelfde is geweest, zijn ook in de afbraak van de rooibos thee geen grote verschillen te zien.

Uit deze curves is op te maken dat de temperatuur een grote invloed heeft op de afbraak en de snelheid waarmee deze afbraak plaatsvindt. Tijdens de proef is de temperatuur door de instraling van de zon tussen de 9 en 30 graden gevarieerd. Door deze grote temperatuurschommelingen is het verloop van de afbraak van het organisch materiaal binnen de proef niet in een curve te plaatsen.

In de voorgaande paragrafen 4.1 tot en met 4.3 zijn de conclusies van de onderzochte behandelingen te vinden. Deze conclusies samen vormen het antwoord op de hoofdvraag. Bij de beantwoording van de eerste deelvraag kan geconcludeerd worden dat het toevoegen van organisch materiaal niet gemeten kan worden met de theezakjesmethode. Wel zijn de verschillende klimaat invloeden op de verteringssnelheid en de activiteit van het bodemleven te meten. Dit is ook te verklaren aan de hand van *figuur 4.4.1*. Daarnaast kan geconcludeerd worden dat met de theezakjesmethode, wanneer aan de grond geen toevoegingen gedaan worden, de verschillende grondsoorten lichte klei en duinzand onderscheiden kunnen worden. Na beantwoording van de tweede deelvraag kan geconcludeerd worden dat de theezakjesmethode niet onderscheidend genoeg is om de mogelijke effecten van het toevoegen van het middel Microferm te kunnen meten. Na beantwoording van de derde deelvraag kan geconcludeerd worden dat met de theezakjesmethode verschil gemeten worden in de activiteit van het bodemleven wanneer de grond gestoomd wordt. In hoeverre dit verschil gemeten kan worden is niet bekend, doordat de manier en de werking van het stomen niet volledig is geweest.

Aan de hand van deze resultaten kan de hoofdvraag “In hoeverre is de theezakjesmethode een toepasbare methode om de activiteit van het bodemleven te bepalen?” beantwoord worden. De statistisch onderbouwde resultaten zijn niet eenduidig of geven geen interactie met de gedane behandelingen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat met de nu beschikbare resultaten (in de grondsoorten lichte klei en duinzand) met de theezakjesmethode een verschil in activiteit van het bodemleven gemeten kan worden. Dit verschil is echter niet groot genoeg om aan de hand van de theezakjesmethode de activiteit van het bodemleven te kunnen bepalen en beoordelen. Dit kan te wijten zijn aan de methode die niet onderscheidend genoeg is, om de verschillen tussen deze twee grondsoorten en de bodemorganisme die hierin aanwezig zijn te bepalen. Ook wordt de afbraak van organisch materiaal en de activiteit van het bodemleven in grote mate beïnvloed door het klimaat (dat binnen de proef voor alle behandelingen exact gelijk geweest is) waarin de proeven zijn uitgevoerd. De variabele klimaat kan een grotere invloed hebben op de vertering dan de hoeveelheid bodemleven en organisch materiaal die in de bodem aanwezig is, zoals ook te zien is in de afbraak curve in *Afbeelding 4.4.1*. De theezakjesmethode kan wel gebruikt worden om verschillen in afbraak tussen totaal verschillende grondsoorten in kaart te brengen. Ook kan met behulp van de theezakjesmethode het effect van het klimaat op de vertering van organisch materiaal aangetoond worden.

HOOFDSTUK 5: AANBEVELINGEN

Tot slot zijn in dit hoofdstuk de aanbevelingen te vinden wanneer de proef opnieuw uitgevoerd gaat worden. Deze aanbevelingen zijn onder te verdelen in praktische aanbevelingen voor het uitvoeren van de proef en in aanbevelingen voor het anders uitvoeren van de proef, om de theezakjesmethode verder te kunnen testen.

Praktische aanbevelingen voor de theezakjesmethode proef zijn:

- Het sterk verdunnen van de toevoegingmiddelen om hierdoor een betere en meer nauwkeurige verdeling van het toe te voegen product in de pot te krijgen. Hierdoor wordt de werking van het toe te voegen product geoptimaliseerd.
- Het bevochtigen van de potten aan de hand van een vochtsensor om zo de aanwezige bodemorganismen onder ideale en gelijke omstandigheden te laten functioneren.
- Een systeem om het bevochtigen te automatiseren. Dit om de omstandigheden voor de verschillende potten gelijk te houden en altijd op het juiste moment water te kunnen geven zodat de bodemorganismen altijd over voldoende vocht beschikken.

Aanbevelingen voor het verder testen van de theezakjesmethode zijn:

- Het autoclaveren in plaats van in de droogstoof verhitten van de te steriliseren grond, om hiermee al het aanwezig bodemleven te vernietigen.
- Het voorafgaand aan de proef laten analyseren van de grondsoorten en in kaart brengen welk bodemleven in de verschillende grondsoorten aanwezig is.
- Het na afloop van de proef laten analyseren van de grondsoorten en in kaart brengen welk bodemleven na afloop van de proef in de gronden aanwezig is.
- Het laten analyseren van de gronden die gesteriliseerd zijn en in kaart brengen of al het aanwezige bodemleven vernietigd is.
- Het doen van behandelingen bij verschillende klimaatomstandigheden om hiermee het effect van het klimaat op de vertering van organisch materiaal en hiermee de activiteit van bodemleven te bepalen.
- Het temperatuursverloop tijdens de proef meer constant houden, waardoor de afbraak constanter is en ook berekend kan worden aan de hand van de formule (*Figuur 4.4.1*).
- Tussentijdse wegingen of live monitoren van het gewicht van de theezakjes om zo de afbraak en afbraaksnelheid in de tijd te kunnen monitoren en de afbraak curve te kunnen bediscussiëren of controleren.

BIBLIOGRAFIE

- Agriton. (2012). *Microferm*. Opgeroepen op maart 2018, van agriton: https://www.agriton.nl/wp-content/uploads/2014/04/NL_leaflet_Microferm_2012_V3_1.pdf
- Atlas Natuurlijk Kapitaal. (2018, maart 13). *Natuurlijk Kapitaal*. Opgeroepen op maart 2018, van Atlas Natuurlijk Kapitaal: <http://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/bodemvruchtbaarheid>
- Bokhorst, J., & Janmaat, L. (2013). Goede bodemstructuur en bodemleven bron van fosfaat. *Ekoland*, 22-23.
- Eurofins Agro. (2016, Mei 4). *Aandacht voor bodemleven*. Opgeroepen op maart 2018, van Eurofins Agro: <http://eurofins-agro.com/nl-nl/expertise/bodemgezondheid/artikelen/aandacht-voor-bodemleven>
- Hanegraaf, M., & Alebeek, F. (2014, 1 14). *Bodemleven en bodemstructuur*. Opgeroepen op maart 2018, van WUR: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/292712>
- Hanegraaf, M; Termorshuizen, A; Bloem, J. (2012). Bodembiodiversiteit: wat kan de praktijk ermee. *Nieuwe Oogst*, 8-9.
- Iepema, G., Domhof, B., & Eekeren, N. v. (2015, augustus). Theezakjesmethode: eenvoudig bodemkwaliteitmeten. *V-focus*, pp. 18-19.
- Keuskamp, J. A., Dingemans, B. J., Lehtinen, T., Sarneel, J. M., & Hefting, M. M. (2013). *Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform*. Utrecht: Methods in Ecology and Evolution.
- Louis Bolk instituut. (2018, Maart 13). *Klimaatinvloed*. Opgeroepen op maart 2018, van Louis Bolk: <http://www.louisbolk.org/nl/landbouw/onderzoek-klimaat>
- Melman, T., & van der Heide, C. (2011). *Ecosysteemdiensten in Nederland*. Opgeroepen op maart 2018, van edepot.wur: <http://edepot.wur.nl/183807>
- Moolenaar, S., & Hanegraaf, M. (2014, November 14). *Waaier BodemlevenBodem biodiversiteit*. Opgeroepen op maart 2018, van NMI Agro: https://www.nmi-agro.nl/images/themas/prikbord/PrikbordVitaleBodem/Waaier_BodemlevenBodem biodiversiteit.pdf
- Postma, J. (2017, 1 19). *De bodem leeft! Hoe draagt bodemleven bij aan een weerbare bodem bij de teelt van gewassen?* Opgeroepen op maart 2018, van library.wur: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/404951>
- Postma, J; Cuijpers, W.J.M. (2004). *Effect van stomen op bodemleven*. Opgeroepen op maart 10, 2018, van library.wur: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/206784>
- RVO. (2018, 4 5). *Stikstof gebruiksnorm en gebruikruimte*. Opgeroepen op maart 2018, van RVO: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/gebruikruimte-berekenen/stikstofgebruiksnorm-en-ruimte>
- Snellen, B. (2017, Oktober). *Bodem als buffer*. Opgeroepen op maart 2018, van Delta Proof Stowa: http://deltaproof.stowa.nl/Publicaties/deltafact/Bodem_als_buffer.aspx
- Utrecht Universiteit. (2013, juli 23). *Theezakjes als wetenschappelijk meetinstrument*. Opgeroepen op maart 2018, van UU: <https://www.uu.nl/nieuws/theezakjes-als-wetenschappelijk-meetinstrument>
- Van 't Riet, S., & Van Dam, A. (2003, november). *Duurzaam bodemleven*. Opgeroepen op maart 2018, van edupot.wur: <http://edepot.wur.nl/300309>

BIJLAGE 1: ONDERZOEKBESCHRIJVING

In *Bijlage 6: Afbeeldingen uitvoering* zijn de foto's te vinden die gemaakt zijn tijdens het inzetten, verzorgen en uithalen van de proef.

Benodigheden:

- Zavelgrond (minstens 0,25 m³)
- Zandgrond (minstens 0,25 m³)
- Droogstoof
- Autoclaafzakken (8 st.)
- Betonmixer
- Mini piketjes (60 st.)
- 7 liter potten, hoogte 25 cm, diameter boven 22 cm, diameter onder 16,5 cm (60 st.)
- Tuinschepjes
- Schep
- Weegschaal (nauwkeurigheid 0,001)
- Watervaste stift
- Kas ruimte (10m²)
- Buiten ruimte (5m²)
- Kruiwagen
- Theezakjes rooiebos thee (60st.)
- Theezakjes groene thee (60st.)
- Onbespoten gras (1 veiling krat)
- Microferm
- Pipet (20ml)

Beschrijving opzet:

Verzamel alle bovenstaande benodigheden.

Grond klaarmaken voor gebruik:

1. Grond in de betonmixer scheppen om de grond homogeen te maken
2. Betonmixer 2 minuten laten mixen
3. Eventuele grote kluiten met de hand fijn maken
4. Grond uit de betonmixer in de kruiwagen kiepen

Handelingen met betrekking tot het stomen van de grond:

1. Van beide grondsoorten moet ruim 40 liter gestoomd worden
2. Per grondsoort de grond verdelen over 4 autoclaafzakken in een laag van +/- 6 cm
3. Markeer de zakken zodat de grondsoort herkend kan worden en niet wordt vermengt
4. Vouw de zakken dicht zoals te zien op de foto's zodat de lucht nog uit de zakken kan (bijlage 3)
5. Leg de zakken in de droogstoof
6. Stel de droogstoof in op 90 graden en een tijdsduur van 8 uur
7. Laat de zakken afkoelen en haal ze uit de droogstoof zorg dat de zakken dicht blijven tot gebruik

Handelingen met betrekking tot theezakjes

1. Pak 60 rooiebos theezakjes en 60 groene theezakjes
2. Nummer de zakjes op het label zoals genummerd in de bijlage (bijlage 2)
3. Weeg alle theezakjes en noteer dit gewicht

Het is belangrijk dat je start met de gestoomde grond, omdat alle benodigdheden dan nog schoon zijn en er geen vermenging op kan treden!

Potten met behandeling “gestoomde grond”

1. Pak een pot en de twee bij de pot behorende genummerde theezakjes
2. Vul de pot met de juiste grondsoort en schep met een schoon schepje de pot tot 10 centimeter onder de rand met de gestoomde grond vol
3. Zet deze theezakjes in de pot op de grond, zorg dat deze de rand niet raken en dat er +/- 8 centimeter tussen de theezakjes zit
4. Houdt de theezakjes op de juiste plek en vul de pot af met grond, zorg dat de touwtjes goed zichtbaar boven blijven
5. Schrijf een piketje met het juiste nummer
6. Plaats het piketje goed zichtbaar boven in de pot
7. Plaats de pot op de juiste plaats van de beschikbare kasruimte volgens het schema (bijlage 1)

Standaard potten vullen:

1. Pak een pot en de twee bij de pot behorende genummerde theezakjes
2. Vul de pot met de juiste grondsoort en schep met het schepje de pot tot 8-10 centimeter onder de rand vol
3. Zet deze theezakjes in de pot op de grond, zorg dat deze de rand niet raken en dat er +/- 8 centimeter tussen de theezakjes zit
4. Houdt de theezakjes op de juiste plek en vul de pot af met grond, zorg dat de touwtjes goed zichtbaar boven blijven
5. Schrijf een piketje met het juiste nummer
6. Plaats het piketje goed zichtbaar boven in de pot
7. Plaats de pot op de juiste plaats van de beschikbare kasruimte of buiten volgens het schema (bijlage 1)

Potten met toevoeging microferm vullen:

1. Pak een pot en de twee bij de pot behorende genummerde theezakjes
2. Vul de pot met de juiste grondsoort en schep met het schepje de pot tot 10 centimeter onder de rand vol
3. Zet deze theezakjes in de pot op de grond, zorg dat deze de rand niet raken en dat er +/- 8 centimeter tussen de theezakjes zit
4. Houdt de theezakjes op de juiste plek en vul de pot zodat de zakjes bedekt zijn met 1 centimeter grond
5. Breng 0,15 ml van het toevoegingsmiddel microferm boven het theezakje aan
6. Vul de pot af met grond en zorg dat de touwtjes goed zichtbaar blijven
7. Schrijf een piketje met het juiste nummer
8. Plaats het piketje goed zichtbaar boven in de pot
9. Plaats de pot op de juiste plaats van de beschikbare kasruimte of buiten volgens het schema (bijlage 1)

Potten met toevoeging gras vullen:

1. Pak een pot en de twee bij de pot behorende genummerde theezakjes
2. Vul de pot met de juiste grondsoort en schep met het schepje de pot tot 10 centimeter onder de rand vol
3. Voeg een kleine hand met gras aan de pot toe en meng dit door de grond
4. Zet deze theezakjes in de pot op de grond, zorg dat deze de rand niet raken en dat er +/- 8 centimeter tussen de theezakjes zit
5. Houdt de theezakjes op de juiste plek en vul de pot af met grond, zorg dat de touwtjes goed zichtbaar boven blijven
6. Schrijf een piketje met het juiste nummer
7. Plaats het piketje goed zichtbaar boven in de pot
8. Plaats de pot op de juiste plaats van de beschikbare kasruimte of buiten volgens het schema (bijlage 1)

Onderhoud:

De proef moet afhankelijk van het weer en tijd van het jaar 2 tot 3 keer per week gecontroleerd worden. Tijdens deze controle worden de volgende zaken bijgehouden:

1. De vochtigheid van de potten. De potten moeten altijd voldoende vocht hebben omdat dit de ideale omstandigheden voor het bodemleven zijn zodat de kans op resultaat zo groot mogelijk is. Hoe vaak dit nodig is varieert en is afhankelijk van het weer. De hoeveelheid water die gegeven wordt is op gevoel. Hierbij wordt naar de vochtigheid van de potten gekeken en hierop wordt de hoeveelheid water die gegeven afgestemd
2. Het onkruid moet gecontroleerd en zo nodig worden verwijderd. De eerste twee maanden na het inzetten van de proef is de onkruiddruk het hoogst en moet het onkruid 1 keer per week worden verwijderd. De onkruiddruk neemt af naarmate de proef langer staat wel is het nodig om de proef regelmatig op onkruid te controleren maar dit is niet meer iedere week nodig

Uithalen/ afronden:

Het uithalen van de proef vindt 90 dagen na het inzetten van de proef plaats. Het uithalen van de proef gaat als volgt:

Benodigdheden:

- Kruiwagen
- Schep
- Kleine droogstoof
- Weegschaal
- Veilingkratten
- Plasticbekertjes

Verzamel alle bovenstaande benodigdheden:

1. Pak een plasticbekertje en een pot van de proef
2. Haal het piketje uit de pot en stop dit in het plasticbekertje
3. Leeg de pot voorzichtig boven de kruiwagen zodat het touwtje aan het theezakje blijft zitten
4. Stop het theezakje in het plasticbekertje bij het bijbehorende piketje
5. Doe dit voor alle potten
6. Plaats de plasticbekertjes in de droogstoof
7. Stel de droogstoof in op 40 graden Celsius en op een tijd van 4 uur

8. Haal de zakjes na het drogen voorzichtig uit de droog stoof en laat dit hierna nog een week nadrogen
9. Klop de laatste grond van de zakjes af
10. Weeg het theezakje en noteer het gewicht

BIJLAGE 2: ONDERZOEK BESCHRIJVING UNIVERSITEIT VAN UTRECHT

(Iepema, Domhof, & Eekeren, 2015)

Tea Bag Index

Can drinking tea help us understand climate change?

Yes, but we need your help! We want you to become our researchers and take part in one of the largest decomposition experiments to date.

What is it about? Decomposition

The decay of organic material, or "decomposition", is a critical process for life on earth. Through decomposition, nutrients become available for plants and microorganisms to use in their metabolism and growth. While plant material is decomposing, it releases the greenhouse gas carbon dioxide (CO₂) into the atmosphere. A fast decay leads to more CO₂ in the atmosphere and slow decay gives rise to higher soil carbon stocks. For better insight in the global CO₂ emission from soils it is important to know more about the rate of decomposition in those soils.



worldwide experiment

There is a tremendous global variation in decomposition rate of plant material. In cold environments, for example, the decay is slower than in warm environments. Factors like moisture content, acidity, or nutrient content of soils can have great influence on how quickly plant material decomposes. To get a clear picture of global decomposition, a lot of information on different soil characteristics and related decomposition rates across the world. Many factors are already known and archived in a soil map of the world; however, an index for decomposition rate is still missing and predictions are often imprecise.



tea bag

teabag burial

Universiteit Utrecht Ecology & Biodiversity

Tea Bag Index

Method

In scientific research, the decomposition rate often is measured using bags of nylon mesh containing dead plant material. The bags are weighed and buried in the soil and after a long period the bags are dug up and weighed again. The loss in weight is the material that has decayed.

We developed a simple and cheap method to measure decomposition rate by burying tea bags as litterbags. The scientific value of this new method has already been acknowledged and experiments are currently running in countries all over the world.

Crowdsourcing

We would like you to become part of our research team by doing a 'tea bag experiment' at home. Below you'll find a detailed protocol. With your data we can calculate a **Tea Bag Index** for decomposition. With this index decay rates all over the world can be compared to improve our understanding of soil functioning. In the end, this will help in constructing better models for climate change. We hope that our research efforts will unleash an enormous amount of data.



Experimental setup

Take home flyer and tea bags

Bury tea bags

Tea bags 3 months in soil

Dig out tea bags

Soil map

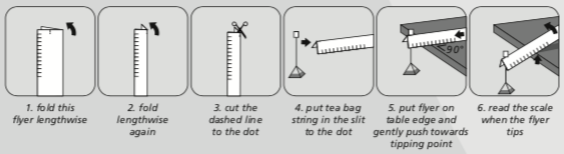
www.decolab.org/tbi

Weigh tea bags

Want to participate?

(For the scientific protocol: <http://www.decolab.org/tbi/protocol.html>)

- Take a Lipton Green tea and Rooibos tea bag.
- Find a suitable location (outside your garden)
- Bury the tea bags slightly apart from each other. The tea has to be approximately 8 cm deep, with the label above the ground.
- Dig up the bags after 3 months
- Dry the bags in a warm and/or sunny place
- Gently tap off the soil on the outside of the bags
- Weigh the teabags using this flyer as scales (instructions below and see website) and fill in the number of centimeters with the location, your name and email address on www.decolab.org/tbi/data. We will give you your TBI as soon as possible.



1. fold this flyer lengthwise

2. fold lengthwise again

3. cut the dashed line to the dot

4. put tea bag string in the slit to the dot

5. put flyer on table edge and gently push towards tipping point

6. read the scale when the flyer tips

Contact

tbi@decolab.org | www.decolab.org/tbi

Utrecht University | Ecology & Biodiversity

Padualaan 8 | 3584 CH Utrecht | The Netherlands

Universiteit Utrecht Ecology & Biodiversity

BIJLAGE 3: PLATTEGROND KAS THEEZAKJESMETHODE-ONDERZOEK

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40

BIJLAGE 4: BEHANDELINGEN

Kas						Behandeling	Labelnummer
Behandeling	Herhaling (pot)	Grondsoort	Stomen	Toevoeging	Locatie		
1	a	1	-	-	kas	1A	1
2	a	1	+	-	kas	1B	6
3	a	1	-	gras	kas	1C	3
4	a	1	-	mo's	kas	1D	8
11	a	2	-	-	kas	1E	5
12	a	2	+	-	kas	1F	2
13	a	2	-	gras	kas	1G	4
14	a	2	-	mo's	kas	1H	7
1	b	1	-	-	kas	2A	10
2	b	1	+	-	kas	2B	11
3	b	1	-	gras	kas	2C	9
4	b	1	-	mo's	kas	2D	14
11	b	2	-	-	kas	2E	16
12	b	2	+	-	kas	2F	15
13	b	2	-	gras	kas	2G	13
14	b	2	-	mo's	kas	2H	12
1	c	1	-	-	kas	3A	23
2	c	1	+	-	kas	3B	21
3	c	1	-	gras	kas	3C	22
4	c	1	-	mo's	kas	3D	19
11	c	2	-	-	kas	3E	18
12	c	2	+	-	kas	3F	20
13	c	2	-	gras	kas	3G	24
14	c	2	-	mo's	kas	3H	17
1	d	1	-	-	kas	4A	32
2	d	1	+	-	kas	4B	28
3	d	1	-	gras	kas	4C	31
4	d	1	-	mo's	kas	4D	26
11	d	2	-	-	kas	4E	27
12	d	2	+	-	kas	4F	25
13	d	2	-	gras	kas	4G	30
14	d	2	-	mo's	kas	4H	29
1	e	1	-	-	kas	5A	38
2	e	1	+	-	kas	5B	39
3	e	1	-	gras	kas	5C	40
4	e	1	-	mo's	kas	5D	33
11	e	2	-	-	kas	5E	36
12	e	2	+	-	kas	5F	37
13	e	2	-	gras	kas	5G	35
14	e	2	-	mo's	kas	5H	34

Buiten						Behandeling	Labelnummer
<i>Behandeling</i>	<i>Herhaling (pot)</i>	<i>Grondsoort</i>	<i>Stomen</i>	<i>Toevoeging</i>	<i>Locatie</i>		
5	a	1	-	-	buiten	1a	103
6	a	1	-	gras	buiten	1b	101
15	a	2	-	-	buiten	1c	104
16	a	2	-	gras	buiten	1d	102
5	b	1	-	-	buiten	2a	108
6	b	1	-	gras	buiten	2b	105
15	b	2	-	-	buiten	2c	106
16	b	2	-	gras	buiten	2d	107
5	c	1	-	-	buiten	3a	111
6	c	1	-	gras	buiten	3b	112
15	c	2	-	-	buiten	3c	110
16	c	2	-	gras	buiten	3d	109
5	d	1	-	-	buiten	4a	113
6	d	1	-	gras	buiten	4b	114
15	d	2	-	-	buiten	4c	115
16	d	2	-	gras	buiten	4d	116
5	e	1	-	-	buiten	5a	118
6	e	1	-	gras	buiten	5b	119
15	e	2	-	-	buiten	5c	117
16	e	2	-	gras	buiten	5d	120

BIJLAGE 5: TIJDSPLANNING

Week	Omschrijving werkzaamheden	Benodigde tijd
2017		
38	Gesprek met opdrachtgever + gespreksverslag opstellen	10
	Literatuuronderzoek	5
	Onderzoekopzet bedenken/overleggen	4
	Contact met overige betrokkenen	3
42	Literatuuronderzoek	4
	Onderzoekopzet bedenken/overleggen	4
	Contact met overige betrokkenen	1
43	Literatuuronderzoek	4
	Onderzoekopzet bedenken/overleggen	4
	Contact met overige betrokkenen	1
44	Onderzoekopzet bedenken/overleggen	4
	Materialen verzamelen	4
	Vorbereidende werkzaamheden inzetten	10
	Contact met overige betrokkenen	1
45	Materialen verzamelen	10
	Onderzoek inzetten	20
	Onderhoud onderzoek 2x	3
	Contact met overige betrokkenen	1
46	Onderhoud onderzoek 3x	4
	Literatuuronderzoek	4
	Afvoer overblijvende materialen	4
	Contact met overige betrokkenen	1
47	Onderhoud onderzoek 3x	4
	Literatuuronderzoek	4
	Onderzoekopzet beschrijven	5
48	Onderhoud onderzoek 3x	4
	Literatuuronderzoek	6
	Onderzoekopzet beschrijven	10
49	Onderhoud onderzoek 3x	4
	Literatuuronderzoek	6
	Onderhoud beschrijven	5
50	Onderhoud onderzoek 3x	4
	Literatuuronderzoek	6
	Onderhoud beschrijven	5
50	Onderhoud onderzoek 3x	4
	Literatuuronderzoek	6
	Onderhoud beschrijven	5
52	Onderhoud onderzoek 3x	4
2018		
1	Onderhoud onderzoek 3x	4
	Verslaglegging portfolio AGGW	12
2	Onderhoud onderzoek 3x	4

	Verslaglegging portfolio AGGW	12
3	Onderhoud onderzoek 3x	4
	Literatuuronderzoek	6
4	Onderhoud onderzoek 3x	3
	Vooronderzoek	10
5	Onderhoud onderzoek 3x	3
	Vooronderzoek	20
6	Onderhoud onderzoek 3x	3
	Vooronderzoek	10
7	Onderhoud onderzoek 3x	3
	Vooronderzoek	10
8	Onderhoud onderzoek 1x	3
	Vooronderzoek	20
	Uithalen onderzoek	30
9	Analyseren resultaten	20
	Verwerken resultaten	20
10	Verwerken resultaten	10
	Vooronderzoek	20
11	Vooronderzoek	15
12	Vooronderzoek	15
12	Vooronderzoek	10
13	Vooronderzoek	10
14	Vooronderzoek inleveren	10
16	Scriptie schrijven	30
17	Scriptie schrijven	30
18	Scriptie schrijven en inleveren	30
21	Scriptie bespreken en verdedigen	4
	Totaal	569

BIJLAGE 6: AFBEELDINGEN UITVOERING







