

THEMA

J. W. VONK

OMZETTING VAN STOFFEN IN DE BODEM

Zodra stoffen in het bodemmilieu terecht komen, zijn zij onderworpen aan de inwerking van micro-organismen. Het bodemmilieu, met name de bovenste laag, is daar zeer rijk aan. Niet zelden treft men per gram grond 10^8 - 10^9 micro-organismen aan, behorende tot een groot aantal soorten. Deze organismen spelen dan ook een belangrijke rol bij de omzettingen van stoffen in de bodem.

tegenstelling tot de meeste van nature voorkomende organische verbindingen, die door micro-organismen snel kunnen worden afgebroken tot eenvoudige minerale verbindingen (mineralisatie), kunnen synthetische organische chemicaliën problemen opleveren bij de afbraak. De omzettingssnelheid en de aard van de omzettingen zullen dan ook van stof tot stof sterk kunnen verschillen. Het is moeilijk om op grond van de chemische structuur van de stof en zijn fysische en chemische eigenschappen het gedrag met betrekking tot afbraak en omzetting te voorspellen. In het algemeen zal laboratoriumonderzoek nodig zijn als we iets over het mogelijke gedrag in het veld te weten willen komen.

Het behoeft nauwelijks betoog dat inzicht in omzettingssnelheid en aard van de omzettingen van stoffen die de bodem bereiken, van groot belang is. Veel onderzoek is verricht aan gewasbeschermingsmiddelen (pesticiden). Alvorens tot toelating van bepaalde pesticiden overgegaan kan worden, dient onder andere hun lot in de bodem uitgebreid te zijn onderzocht. Er is ook groeiende belangstelling voor het gedrag in de bodem van andere milieuvreemde stoffen die het bodemmilieu bedreigen. Welke factoren zijn nu van invloed op de omzetting van chemische stoffen in de bodem? In het algemeen kan men stellen dat factoren die van invloed zijn op de activiteit van micro-organismen in de bodem ook van invloed zijn op de omzetting. Aldus zullen factoren zoals pH, vochtgehalte, temperatuur, hoeveelheid zuurstof, en beschikbaarheid van nutriënten van invloed zijn op de omzettingssnelheid.

mede andere factoren zoals pH zijn sterk gekoppeld aan de grondsoort. De omzettingssnelheid is dus ook afhankelijk van de grondsoort waarin de omzetting plaatsvindt. Van belang is verder in welke mate de stof beschikbaar is voor micro-organismen. Chemische stoffen worden in meerdere of mindere mate geadsorbeerd aan de organische bestanddelen in de bodem (humus) en soms ook aan minerale componenten zoals klei. Door deze adsorptie wordt de stof onttrokken aan de bodemoplossing en die is nu juist het medium waarin de micro-organismen hun activiteit ontplooiën. Een stof als DDT blijkt sterk aan humus geadsorbeerd te worden en dit is één van de oorzaken van de grote stabiliteit van deze stof in de bodem.

Omzettingssnelheid

In het laboratorium zal men in het algemeen experimenten uitvoeren bij constante temperatuur en constant vochtgehalte, en zorg dragen voor voldoende toevoer van zuurstof. In sommige geval-



J. W. Vonk (1944) studeerde scheikunde aan de Rijks Universiteit van Utrecht. In 1975 promoveerde hij op onderzoek over de afbraak van enkele schimmelbestrijdingsmiddelen door planten en door micro-organismen. Hij is sinds 1967 verbonden aan het vroegere Organisch Chemisch Instituut TNO (OCI-TNO). Dit instituut is met ingang van 1 januari 1982 opgegaan in het instituut voor Toegepaste Chemie TNO (ITC-TNO).

len kan het van belang zijn om de experimenten onder uitsluiting van zuurstof uit te voeren (zogenoemde anaërobe omstandigheden), bijvoorbeeld om de situatie in de diepere ondergrond te simuleren, waar soms anaërobe omstandigheden heersen. Milieuvreemde stoffen kunnen door uitspoeling op deze diepte terecht komen en het is van belang kennis te hebben over de omzetting ter plaatse. Om tot resultaten te komen die representatief zijn voor veldsituaties onder gematigde klimatologische omstandigheden wordt meestal een temperatuur tussen 10° en 20° C gekozen.

In figuur 1 wordt een voorbeeld van de invloed van de grondsoort op de omzettingssnelheid gegeven, in dit geval voor pentachloorfenol. Dit onderzoek werd in de hoofdgroep MT-TNO uitgevoerd. Gezien de complexiteit van de bodem zal het niet verbazen dat de snelheden vaak niet volgens de gebruikelijke biochemische wetmatigheden verlopen.

Zijn voor het meten van de verdwijnsnelheid van de oorspronkelijke stof in de bodem vaak nog de normale residu-analytische

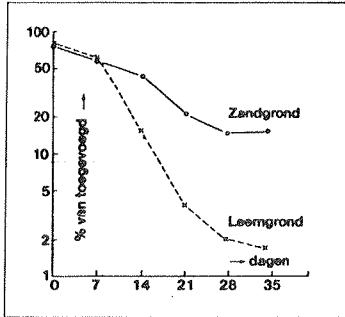
technieken voldoende, voor het onderzoeken van de aard van de omzettingen van stoffen en het meten van hun vormingssnelheid is gebruik van een radioactief gemerkte uitgangsstof onvermijdelijk. In figuur 2 wordt de vorming in grond van $^{14}\text{CO}_2$ uit pentachloorfenol, gemerkt met radioactieve koolstof (^{14}C), weergegeven. Dit $^{14}\text{CO}_2$ is ontstaan door volledige mineralisatie van pentachloorfenol door micro-organismen. Met de radioactief gemerkte stof kan men ook nagaan of na uitputtende extractie nog residuen achterblijven, de zogenoemde gebonden residuen. Indien dit de oorspronkelijke moleculen betreft (vaak chemisch gebonden aan humus) of belangrijke delen ervan, dan bestaat de mogelijkheid dat deze in een later stadium weer vrijkomen.

Invloed op micro-organismen

Tot nu toe werd besproken hoe micro-organismen in de bodem inwerken op stoffen. Omgekeerd kunnen stoffen ook een invloed uitoefenen op micro-organismen in de bodem. In het algemeen is het ondoenlijk de invloed op alle individuele soorten te bekijken; dit zou een zeer tijdrovende be-

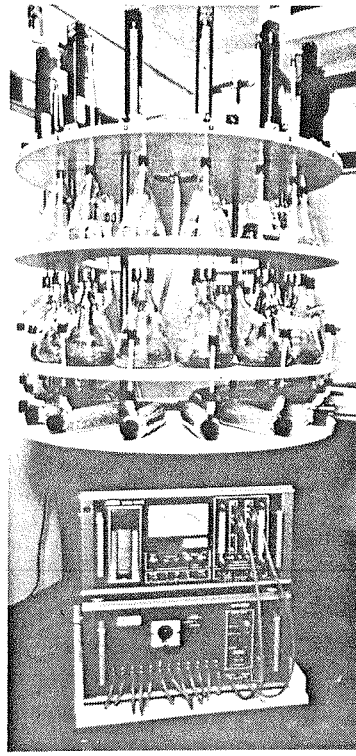
De samenstelling van de microbiële populatie in de bodem als-

TNO



Figuur 1. Omzettingssnelheid van pentachloorfenol in twee grondsoorten bij 20° C.

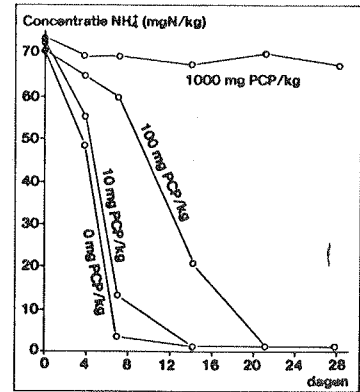
eid zijn. Het is eenvoudiger de invloed op bepaalde processen te bestuderen. Een belangrijke functie van micro-organismen in de bodem is het handhaven van een onmisbaar deel van de stofkringlopen. Dit gebeurt door het omzetten van organische stof (plantaardige en dierlijke resten) in eenvoudige anorganische verbindingen. Zo is een belangrijk proces in de koolstofkringloop de zogenoemde bodemademhaling, waarbij organische koolstof



Figuur 3. Apparatuur voor het meten van bodemademhaling.

wordt omgezet in koolzuur(gas) (CO_2). De mineralisatie van organische stikstof tot ammonium (NH_4^+) (ammonificatie) en de omzetting van NH_4^+ in nitraat (NO_3^-) (nitrificatie) zijn belangrijke processen in de stikstofkringloop.

Bovengenoemde processen zijn uitgekozen om mogelijke invloeden van pesticiden op het microbiële bodemleven te bestuderen. Inzicht in mogelijke schadelijke invloed van pesticiden op deze processen wordt noodzakelijk geacht voor de toelating van pesticiden in Nederland. Bij de hoofdgroep MT-TNO worden deze processen bestudeerd. Door drs. D. Barug is een opstelling ontworpen waarbij continu de afgifte van CO_2 uit al of niet met pesticide behandelde grond kan worden gemeten (figuur 3). Over bodemonsters wordt daarbij CO_2 -vrije lucht geleid; het in de grond gevormde CO_2 wordt in een gasanalysator gemeten. De meetwaarden worden door een computer verzameld en opgesla-



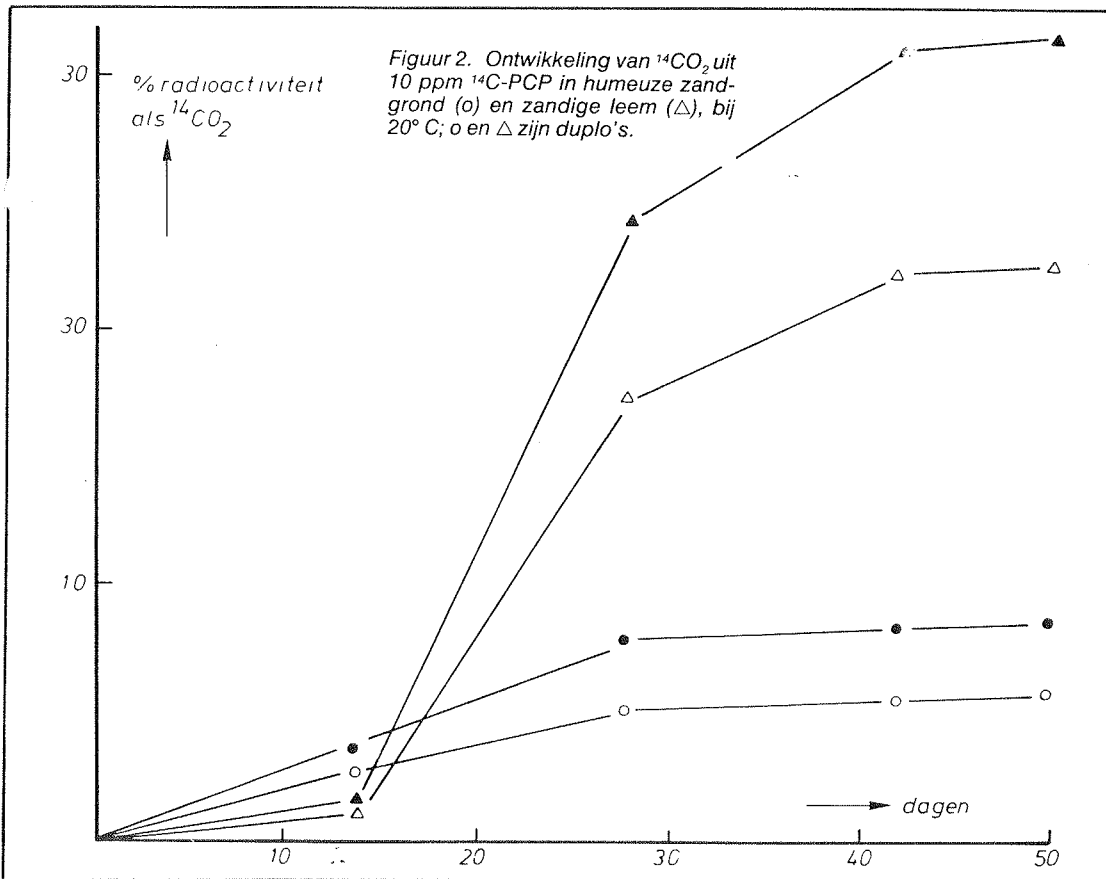
Figuur 4. Invloed van pentachloorfenol (PCP) op de omzetting van NH_4^+ in een zavelgrond.

gen voor verdere statistische bewerking.

Luzernemeel

Door toevoegen van organisch gebonden stikstof in de vorm van luzernemeel aan grondmonsters met of zonder pesticide en het daarna meten van het vrijgemaakte ammonium en nitraat kan worden nagegaan of pesticiden invloed hebben op de ammonificatie en nitrificatie. Het is bekend dat slechts zeer weinig soorten micro-organismen betrokken zijn bij de nitrificatie. Daarentegen zijn vele soorten betrokken bij de bodemademhaling en ammonificatie. De verwachting dat nitrificatie daardoor een gevoeliger proces is, wordt bevestigd door een studie van het effect van pentachloorfenol op deze processen. Uit figuur 4 blijkt dat de nitrificatie reeds bij 10 mg pentachloorfenol per kg grond wordt geremd. Remming van de bodemademhaling werd pas bij 1000 mg/kg vastgesteld.

Omdat bodemademhaling een 'overall' proces is, zegt dit criterium weinig over eventuele mogelijke verschuivingen van de soortensamenstelling. Bij de hoofdgroep MT-TNO wordt gezocht naar betere en gevoeliger criteria voor effecten van stoffen op microbiële bodemprocessen. Men kan daarbij denken aan processen zoals denitrificatie (omzetting van nitraat in N_2 en N_2O) en stikstoffixatie (omzetting van N_2 in ammonium) alsmede aan effecten op bodemenzymen. ■



Figuur 2. Ontwikkeling van $^{14}\text{CO}_2$ uit 10 ppm ^{14}C -PCP in humieuze zandgrond (o) en zandige leem (Δ), bij 20° C; o en Δ zijn duplo's.