

Het Langeduur-effect van Stadsvuilcompost ¹⁾

DOOR Ir. J. KORTLEVEN

(INSTITUUT VOOR BODEMVRUCHTBAARHEID, GRONINGEN)

SEPARAAT
No. 10266
BIBLIOTHEEK
INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

Inleiding

De resultaten welke worden teweeg gebracht door organische bemesting kunnen worden gesplitst in een *korteduur-effect* en een *langeduur-effect*. Het eerste berust op de werking van de in de organische mest aanwezige plantenvoedingsstoffen en door dat gedeelte van de organische stof dat in korte tijd (vnl. gedurende het eerste jaar) wordt afgebroken.

Dat gedeelte van de organische stof dat als humus in de grond achterblijft, veroorzaakt het *langeduur-effect*, waarover in deze voordracht sprake is. Dat deze werking „langeduur-effect” of „werking op lange termijn” wordt genoemd, berust daarop dat het lang duurt voordat een stijging van het humusgehalte van de grond als gevolg van verhoogde toediening van organische mest aantoonbaar is, evenals trouwens het omgekeerde (daling van het humusgehalte bij verminderde toediening van organische mest).

Het gaat er dus om na te gaan, hoe de samenhang is tussen toediening van stadsvuilcompost en het humusgehalte van de grond en verder hoe de samenhang is tussen humusgehalte en productiviteit.

Bij het gebruik van stadsvuilcompost als organische meststof doet zich nog een complicatie voor. Wat in de meststof als gloeiverlies bepaald wordt, bestaat voor een belangrijk deel uit onverbrande huisbrandkoolresten. Hetzelfde is het geval bij de bepaling van het humusgehalte van de grond die met deze stadsvuilcompost bemest is. Het is momenteel echter mogelijk de onverbrande koolresten te scheiden van het overige gloeiverlies, dat misschien wat eufemistisch wordt aangeduid met de naam „nuttige organische stof” (zie Gerretsen en van Campen (1)). Daardoor zijn wij in staat stadsvuilcompost, voor wat betreft de humusverrijking, te vergelijken met andere organische stoffen. Zodoende kunnen wij het probleem in algemene zin bekijken en ons afvragen hoe de aanvoer van organische stof het humusgehalte van de grond beïnvloedt. Want de problemen betreffende de werking op lange termijn van stadsvuilcompost zijn nu gelijk aan die ten aanzien van organische stof en humus in het algemeen.

Humusgehalte en productiviteit

Het humusgehalte bedraagt in Nederland gemiddeld 4 %, als men enige bijzondere gevallen zoals esgronden, veenen veenkoloniale gronden en tuinbouwgrond buiten beschouwing laat. Rondom dit gemiddelde vertonen de humusgehalten een zekere spreiding. Met de variatie in humusgehalte hangt de productiviteit samen. Het is echter moeilijk deze samenhang in getallen uit te drukken, omdat humus geen enkelvoudige groeifactor is en het zeer lang duurt voordat in proeven een merkbare verhoging van het humusgehalte tot stand komt (omdat zulke proeven meestal niet lang genoeg doorgezet worden, komt men dan ten onrechte tot de uitspraak, dat het humusgehalte niet verandert).

Wij beschikken tegenwoordig over onderzoekingsmethoden om tot ons doel te komen. Twee voorbeelden worden gegeven in (2). Beiden werden verkregen met behulp van de polyfactoranalyse. In het eerste voorbeeld (van Ferrari) ziet men dat op rivierklei de optimale opbrengst van aardappels ligt bij 7 % humus. In het tweede voorbeeld (van W. C. Visser) liggen op zandgrond de optimale opbrengsten bij een hoger humusgehalte. Deze opbrengsten hebben niet betrekking op één jaar, maar op de periode 1947—1952. In dit materiaal ligt het optimum voor bouwland gemiddeld bij 8 % humus, schommelend (onder invloed van de dikte van de humushoudende laag, de structuur, diepte van leem- of veenlagen, grondwaterstand en andere (vocht)factoren) van 2 tot 17 %. Er blijkt uit dit materiaal, dat het reguleren van de watervoorziening een zeer belangrijke functie van de humus is, als andere factoren in dit opzicht te kort schieten. Dat heeft tegelijkertijd tot gevolg, dat er een optimaal humusgehalte bestaat en dat boven dit optimum de productiviteit daalt (er is dan te veel water). Het optimum ligt dus, bij niet te extreme vochtverhoudingen, bij 7—8 % humus en dit is tamelijk ver boven het bestaande niveau (4 %). In het voorbeeld van Ferrari beliep de meeropbrengst aan aardappels 2.500 kg, bij een humusgehalte dat ca. 3 eenheden hoger lag. Visser vermeldt in de weinige gevallen waarin de werkelijke opbrengsten meegedeeld worden, meeropbrengsten van 480 kg rogge, 1.000 kg haver en 12.000 kg bieten bij een humusgehalte dat resp. ongeveer 4, 6 en 4 eenheden hoger ligt. Deze 4 waarden (van Ferrari en Visser) geven gemiddeld een meeropbrengst per % humus van resp. 800 kg aardappelen, 120 kg rogge, 160 kg haver en 3.000 kg bieten. Of in procenten van de opbrengst bij het optimale humusgehalte: 2, 5, 6 en 5 %. Gemiddeld is dat 4,5 %. Wij zijn er ons zeer wel van bewust dat toekomstig onderzoek de taak heeft meer materiaal te verzamelen ter bevestiging, resp. verfijning van dit gemiddelde. Maar het is het beste cijfer waarover wij op het ogenblik beschikken en daarom veroorloven wij ons het te hanteren. Wij gaan niet in op de vraag op welke manier de meeropbrengst tot stand komt. Mogelijkheden hiervoor zijn verbetering van de waterhuishouding, vergroting van het sorptiecomplex, het leveren van voedingsstoffen (via mineralisatie) of een combinatie van deze en andere functies.

Het komt er slechts op aan na te gaan of het doelmatig en rendabel is een verhoging van het humusgehalte, door intensieve verzorging met organische stof, na te streven.

Verhoging van het humusgehalte

De samenhang tussen toevoer van organische stof en het humusgehalte wordt weergegeven door de formule:

$$\log \frac{K_1x - K_2Y}{K_1x - K_2y} = 0.4343 K_2t \quad \text{of wat hetzelfde is:}$$

$$y = \frac{Y}{e^{K_2t}} + K_1x \frac{e^{K_2t} - 1}{K_2e^{K_2t}}$$

¹⁾ Voordracht gehouden op 30 april 1959 tijdens het Internationale Compostcongres te Scheveningen.

In deze formule betekent:

x = de jaarlijkse toevoer aan droge organische stof

y = het humusgehalte na t jaar

Y = het humusgehalte aan het begin

t = de tijd in jaren

K_1 = de humificatiecoëfficiënt

K_2 = de afbraakcoëfficiënt

e = het grondgetal van de natuurlijke logaritmen

De toegevoerde hoeveelheid organische stof moet ieder jaar hetzelfde zijn, in elk geval in zoverre dat men kan spreken van een gemiddelde hoeveelheid per jaar. Zijn er grote verschillen, dan moet de formule gebruikt worden voor iedere afzonderlijke periode. De grootheden x , y en Y moeten alle in de zelfde eenheid uitgedrukt worden, d.w.z. in gewichtsprocenten van de grond of in absolute gewichten per ha. De humificatiecoëfficiënt geeft aan welk deel van de toegevoerde organische stof binnen een jaar gehumificeerd wordt. De afbraakcoëfficiënt geeft aan de snelheid van de humusafbraak in de grond.

De tweede formule geeft het beste inzicht in het proces: het eerste deel geeft aan hoe de aanvankelijk aanwezige humus afgebroken wordt; het tweede deel hoe de toevoer gehumificeerd wordt en naderhand afgebroken.

Het is hier niet de plaats aan te geven, hoe deze formule tot stand gekomen is; dit zal plaats hebben in een nog komende publicatie. De globale juistheid is getest op een grote hoeveelheid proefveldmateriaal. Een voorbeeld werd destijds gegeven in (3). Ook Wisselink geeft een mooie illustratie in (6) (afbeelding 10). Voor Nederlandse omstandigheden werd gevonden dat $K_1 = 0.4$ en $K_2 = 0.02$.

Een speciaal geval treedt op, als t oneindig groot is. De formule gaat dan over in:

$$y = \frac{K_1}{K_2} x = \frac{0.4}{0.02} x = 20 x$$

Dit wil zeggen dat, als men maar lang genoeg doorgaat met een zekere aanvoer van organische stof, men tenslotte een humusvoorraad in de grond krijgt gelijk aan 20 maal de gemiddelde jaarlijkse aanvoer aan droge organische stof. De uitgangstoestand speelt dan geen rol meer. Men nadert deze evenwichtstoestand asymptotisch, d.w.z. de toename verloopt steeds langzamer.

Een ander bijzonder geval is dat, waarbij de aanvoer $x = 0$. Dat kan slechts optreden op braakliggende grond. In dit geval gaat de formule over in:

$$\log \frac{Y}{y} = 0.4343 K_2 t \text{ of wat hetzelfde is } y = \frac{Y}{e^{K_2 t}}$$

Is dan bovendien t zeer groot, dan nadert y tot 0. Ook dat verloopt asymptotisch.

Als men uitrekent, hoe een humusgehalte van een grond met 4 % humus en een bouwkruiengewicht van 2.000.000 kg verandert na een tienjarige bemesting met 20.000 kg stalmest/ha per jaar, dan geeft de formule 4.35 % (aannemend dat de jaarlijkse aanvoer aan droge organische stof van gewasresten 3.000 kg bedraagt).

Het is duidelijk dat een dergelijk klein verschil analytisch moeilijk aan te tonen is. Dat heeft dan ook geleid tot de sterk verbreide mening, dat stalmest geen humus vormt, doch volkomen afgebroken wordt. Intussen vertegenwoordigt de toename (met 0.35 %) 7.000 kg humus of 25 % van de in de 200.000 kg stalmest aanwezige organische stof. Deze 25 % vindt men bij nauwkeurige onderzoeken steeds weer. Zo ook Wisselink in (6). Het zal overigens duidelijk zijn, dat men deze 25 % slechts vinden kan, als men zich tamelijk ver onder het optimale humusgehalte bevindt; bij het optimum moet de toename

= 0 zijn, omdat bij de evenwichtstoestand aanvoer en afbraak gelijk zijn. Zet men de bovengenoemde bemesting met 20.000 kg stalmest per jaar zeer lang voort, dan wordt het humusgehalte tenslotte 6 %. De tijd, die men daarvoor nodig heeft is wiskundig oneindig lang. Een gehalte van 5.9 % (iets onder het evenwicht) wordt volgens de formule bereikt in 150 jaar. Dit demonstreert duidelijk de lange duur welke deze processen vorderen. Omgekeerd is er even veel tijd nodig om na vermindering van de bemesting met organische stof op een lager liggend evenwicht te komen.

Wil men in bovenstaand voorbeeld het humusgehalte in 50 jaar verhogen van 4 op 8 % (4 % is in Nederland het gemiddelde gehalte en 8 % het optimale), dan is daarvoor, behalve de aanvoer met gewasresten, een gemiddelde aanvoer per jaar nodig van 7.000 kg droge organische stof = 50.000 kg stalmest. Wil men hetzelfde bereiken, maar in oneindig lange tijd, dan heeft men 5.000 kg droge organische stof of 35.000 kg stalmest per jaar nodig. Om het gehalte in dit geval op 7.9 % te brengen, heeft men 135 jaar nodig.

Uit de gegeven voorbeelden blijkt, dat de evenwichtstoestand des te sneller bereikt wordt, naarmate de aanvoer groter is. In alle gevallen kan men uitrekenen hoe zich de toestand met de beschikbare middelen zal ontwikkelen.

Middelen ter verhoging van het humusgehalte

In het voorgaande werd steeds stalmest als voorbeeld van organische mest genomen. Het is echter niet nodig en zelfs niet gewenst uitsluitend stalmest (naast gewasresten) aan te wenden, omdat uitsluitend en jarenlang gebruik van een en dezelfde organische meststof tot schadelijke accumulaties kan leiden. Daarom is een zo groot mogelijke variatie in de keuze van organische meststoffen in de loop der jaren gewenst. Dat geeft een meer evenwichtige aanvoer van voedingsstoffen, sporenelementen en andere groeifactoren. Uitsluitend gebruik van stalmest zou ook daarom al onmogelijk zijn, omdat de hoeveelheid te beperkt is. Er zal daarom gebruik gemaakt moeten worden van alle beschikbare middelen zoals stalmest, compost (uit bedrijfsafval zowel als uit stadsvuil), stro, groenbemesting, kunstweide, het opnemen in de vruchtopvolging van gewassen die grote hoeveelheden plantenresten achterlaten, enz. Of de daaraan verbonden kosten rendabel zijn, zal voor elk van de genoemde middelen moeten worden onderzocht.

Verder onderzoek zal moeten plaats vinden, om de middelen ter verhoging van het humusgehalte ten aanzien van hun effect onderling te vergelijken. Opgemerkt zij, dat de formule hier gebruikt is alsof onweerlegbaar vaststond, dat hij voor alle organische meststoffen en voor alle grondsoorten op dezelfde wijze zou gelden (evenals stilzwijgend aangenomen is, dat alle gewassen op dezelfde manier op 't humusgehalte reageren). Ofschoon het aanwezige materiaal duidelijk aantoonde dat dit, wat de orde van grootte betreft, inderdaad het geval is, kan men veronderstellen dat verdere verfijning en differentiatie nodig en mogelijk zal zijn.

Het gemakkelijkst door te voeren zijn die middelen van organische stofvoorziening welke binnen het bedrijf verkrijgbaar zijn. Men stoot daarbij op de moeilijkheid, dat b.v. groenbemestingsgewassen niet altijd willen aanslaan of dat er in de vruchtwisseling geen plaats voor groenbemesting is. Een omzetting van het vruchtopvolgingsplan in deze richting brengt meestal een diepe ingreep in de bedrijfsorganisatie mee. In nog sterkere mate is dat het geval bij het omzetten van een uitsluitend

akkerbouwbedrijf in een gemengd bedrijf, met het doel de productie van organische stof voor bemestingsdoeleinden te verhogen (kunstweide, stalmest). Dit brengt de noodzakelijkheid van de bouw van stallen, omscholing van boeren en arbeiders als ook een grote investering aan kapitaal mee. Om deze reden is de eenvoudigste weg: aanwending van producten welke buiten de landbouw geproduceerd worden, zoals stadsvuilcompost. Deze werken het minst storend op de bedrijfsvoering. En omdat de middelen binnen de landbouwbedrijven niet voldoende zijn om het optimale humusgehalte te bereiken, is aanvoer van organisch materiaal van buiten zeer gewenst.

De werking van stadsvuilcompost op lange termijn

Bij een sub-optimaal humusgehalte van de grond zal volgens de eerder genoemde formule een jaarlijkse gift van 10.000 kg stadsvuilcompost, met gemiddeld 8% organische stof, het humusgehalte tenslotte met 0.8% verhogen. Dat geldt, onverschillig of de stadsvuilcompost (naast de gewasresten) de enige bron van organisch materiaal is, of dat hij gebruikt wordt naast of afgewisseld wordt met andere middelen. Aangezien iedere eenheid humus onder het optimum, de productiviteit gemiddeld met 4.5% verhoogt, zal de genoemde compostbemesting tenslotte een productieverhoging geven van 3.6%. Ter beoordeling van de rentabiliteit moeten hier de werking op korte termijn en de waarde van de bespaarde kunstmest bijgeteld worden. Ofschoon de beide laatste factoren aan betekenis verliezen naarmate langer een organische meststof aangewend wordt (omdat geleidelijk het bestaande tekort wordt opgeheven), blijft hier toch altijd wat van bestaan en valt aan te nemen dat het totale effect 5 tot 10% productieverhoging bedraagt.

Waar de zuivere werking op lange termijn op berust is niet precies bekend. Op het ogenblik neigen velen naar de opvatting, dat de waterregulerende werking de overheersende functie van humus is. De spreker is geneigd de humus ook enige waarde als sorptiecomplex toe te willen kennen.

Verder stijgt het N-gehalte van de grond bij compostgebruik evenredig met het humusgehalte.

Enige andere bodemkundige grootheden, die als gevolg van langdurig compostgebruik veranderen, zijn het gehalte aan Mg en P_2O_5 en de pH. Het betreft hier weliswaar geen zuivere werking op lange termijn, maar toch wel effecten die op den duur merkbaar kunnen worden. Bij P_2O_5 neemt ondanks fosfaatophoping de oplosbaarheid van het fosforzuur af. De verhoging van de pH maakt op den duur een langdurig en veelvuldig gebruik van stadsvuilcompost moeilijk, zoal niet onmogelijk. De pH-verhoging bedraagt één eenheid per 200.000 kg compost (dit wordt bij de eerder genoemde bemesting in 20 jaar bereikt).

Tenslotte zij opgemerkt dat, waar alle beschikbare middelen van organische stofvoorziening niet voldoende geweest zijn om het humusgehalte op het optimum te brengen, het goed is te overdenken wat er gebeurt als het stadsvuil verbrand wordt en niet naar de landbouw gaat. De berekeningen welke nodig zijn om de rentabiliteit van beide mogelijkheden te vergelijken, voor wat betreft het gebruik in de landbouw en speciaal ten opzichte van de werking op lange termijn, zijn mogelijk aan de hand van de hier ontwikkelde gedachten. Voor wat betreft de werking op korte termijn is het benodigde cijfermateriaal al gepubliceerd in (4) en (5).

Literatuur

1. Gerretsen en van Campen. The determination of householdcoal in town refuse compost. *Swiss Review of Hydrology* 21.2.1958 (331-340).
2. Kortleven, Jac. Soil organic matter and plant growth. *Trans. V. Int. Congr. Soil Sci. Leopoldstad 1954* III 160.165.
3. Kortleven, Jac. Verbetering van droge gronden zonder wateraanvoer door middel van humusvoorziening. *Landb. Tijdschrift* 66 (1954) 9.
4. Kortleven, Jac. De waardering van stadsvuil en stadsvuilcompost door middel van analyses. *V.L.O.* 57.7 (1951).
5. Kortleven, Jac. Proeven met stadsvuilcompost I. Invloed van stadsvuilcompost op het gewas. *V.L.O.* 62.12 (1956).
6. Wisselink, G. J. Verslag van een vijftienjarige proef met stalmest en stoppelgewassen op een oude esgrond te Heilo. *Rapport V 1958*, I.v.B.