

# Composteren voor Biologische Tuiniers

Originele Engelstalige titel: "Organic Composting for Gardeners."

Door **Steve Solomon**.

© Nederlandse vertaling 2006 Rob Hundscheidt

## **Inhoud:**

Hoofdstuk 1	Wat is compost ?.....	3
Hoofdstuk 2	De basisbeginselen van het composteren.....	11
Hoofdstuk 3:	Compost maken in de praktijk.....	21
Hoofdstuk 4:	Alles over composteermaterialen.....	37
Hoofdstuk 5:	Methodes en variaties.....	57
Hoofdstuk 6:	Vermicomposteren.....	71
Hoofdstuk 7:	Humus en bodemproductiviteit.....	87
Hoofdstuk 8:	De omgang met het humusgehalte van de bodem .....	102
Hoofdstuk 9:	Het maken van superieure compost.....	120
Litteratuurlijst.....		136

## Hoofdstuk 1

### Wat is compost?

Weet je wel wat er werkelijk gebeurt als materialen vergaan? Ben je in de war gebracht door vage betekenissen in allerlei tuinboeken zoals "gestabiliseerde humus"? Dit boek zal dit niet doen.

Denk je ook dat het maken van compost een moeilijk, vies, en onplezierig werkje is? Dat is het ook niet.

Een composthoop is in feite een snelle manier om ruwe organische materialen in een soort van aarde te veranderen en dat "humus" genoemd wordt. Dit woord "humus" wordt echter vaak verkeerd begrepen, zoals ook de woorden "compost, en organisch materiaal". En als deze fundamentele begrippen niet goed begrepen worden, dan zal het gehele onderwerp of minstens een groot deel er van erg verwarrend zijn. In dit hoofdstuk worden deze fundamentele begrippen duidelijk gemaakt.

Compost maken is eenvoudig. Als het juist gedaan wordt, dan wordt het een natuurlijk onderdeel van je dagelijkse activiteiten in de tuin, net zoals het grasmaaien. Het maken van compost hoeft niet veel meer moeite te kosten dan het op elkaar gooien van de tuinafval.

Het omgaan met goed gemaakte compost is altijd plezierig. Het is makkelijk om de oorsprong van de compost te negeren omdat er geen gelijkenis meer is tussen het goed ruikende bruine of zwarte kruimelige eindmateriaal dat er uit een composthoop resulteert, en de mest, afval, bladeren, grassnoeisel en ander afvalproducten waaruit deze oorspronkelijk werd gemaakt.

Juister gezegd betekent het woord composteren de vermeerdering van de consumptie van ruw organisch materiaal door een complexe ecologie van biologische organismes die dit afbreken. Als er rauwe organische materialen gegeten en wederom gegeten worden door de vele kleine organismes van bacteriën (de kleinste) tot aardwormen (de grootste), dan worden de componenten er van trapsgewijs afgebroken en weer samengesteld. Tuiniers gebruiken vaak de benamingen "organisch materiaal", "compost" en "humus", alsof die onderling uitwisselbaar zijn. Maar dit is toch niet zo, en er zijn belangrijke verschillen in de betekenis er van die uitgelegd moeten worden.

Dit organisch materiaal waar wij groentetuiniers zo zorgzaam mee bezig zijn, wordt gevormd door groeiende planten die de levenssubstanties vervaardigen. De meeste organische moleculen zijn erg groot en zijn complexe samenstellingen, terwijl de anorganische materialen veel eenvoudiger in elkaar zitten. Dieren kunnen deze eerst genoemde organische materialen wel afbreken, maar ze kunnen die niet zelf aanmaken. **Alleen planten kunnen ORGANISCHE materialen aanmaken (zoals cellulose, proteïnes en suikers) uit AN- ORGANISCHE bouwstoffen (mineralen, lucht of water).**

De elementen die daar in zitten en waarmee de planten mee bouwen zijn: calcium, magnesium, kalium fosfor, natrium, zwavel, ijzer, zink, kobalt, borium, mangaan, molybdeen, koolstof, stikstof, zuurstof en waterstof.

Zo voorzien zowel de land- als de waterplanten de gehele dierenketen met brandstof, van wormen tot walvissen. De mens staat het kortst bij de grote dieren, ze bedenken maar zelden dat de bodem ook vol met dierlijk leven zit dat er druk mee bezig is om organische materiaal te eten of elkaar op te eten. Rijke aarde zit vol met eencellige organismes zoals bacteriën, schimmels, protozoën, raderdiertjes, etc. etc.. De levensvormen in de aarde nemen in grootte toe vanaf microscopisch ronde wormen die nematoden genoemd worden, verschillende soorten weekdieren zoals naaktslakken en huisslakken (daarvan zijn vele zo klein dat de tuinier vaak niet eens weet dat ze in de grond zitten), duizenden bijna microscopisch kleine leden van de spinnenfamilie die door de zoologen "de geleedpotigen" genoemd worden, de insecten die er in al hun overvloed en kleuren in voorkomen, en natuurlijk de grotere dieren die de meesten van ons wel kennen zoals de mol. Het gehele totaal van al dit organische materiaal bestaat uit levende planten, decomposterende plantenmaterialen, en alle dieren, levend of dood, groot en klein worden soms *biomassa* genoemd. Een uitstekende manier om de vruchtbaarheid van een willekeurig stuk bodem te bepalen is door de hoeveelheid biomassa er in te meten.

*Humus* is een bijzondere erg belangrijk onderdeel van gedecomposeerd organisch materiaal. Alhoewel wetenschappers de humus meer dan een eeuw lang diepgaand bestudeerd hebben, kennen ze de chemische samenstelling er van nog steeds niet. Het is zeker dat humus generlei chemische samenstelling heeft, maar bestaat uit een erg complex mengsel van dezelfde substanties dat varieert overeenkomstig het soort organisch materiaal dat er gedecomposeerd werd, de omgevingsomstandigheden, en de specifieke organismes die de humus maakten.

Het doet er niet toe wat de gevarieerde chemische samenstelling er van maar is, alle humus is bruin of zwart en heeft een fijne, kruimelachtige structuur, is in droge toestand erg licht en ruikt als verse aarde. Het is een sponsachtig materiaal en kan meerdere malen zijn eigen gewicht aan water vasthouden. Net zoals klei trekt humus de plantenvoedingsstoffen als een magneet aan, dus worden die niet zo makkelijk door regen of andere bewatering weggespoeld. Vervolgens voedt de humus deze voedingsstoffen terug aan de planten. In de woorden van de bodemwetenschap, functioneert de humus als een batterij om mineralen op te slaan. Dit wordt de kationen-uitwisselingscapaciteit genoemd.

Hoogst belangrijk is het feit dat de humus het laatste stadium van de afbraak of decompositie van organisch materiaal is. Als eens het organische materiaal tot humus is geworden, dan wordt het resistent tegen afbraak. Humus vergaat maar heel langzaam. Als het wordt afgebroken door de microben in de grond, dan houdt het er mee op om organisch materiaal te zijn, en verandert het terug naar eenvoudigere anorganische materialen. Deze uiteindelijke vernietiging van organische materialen wordt vaak nitrificatie genoemd omdat

een van de hoofdzakelijke substanties daar in die vrijkomt het nitraat is- - die vitale vruchtbaar makende meststof die de planten groen maakt en goed laat groeien.

Waarschijnlijk hebben ook vele mensen die geen tuiniers zijn deze dunne laag van bijna pure humus al eens geroken omdat die zich op natuurlijke manier op de bosgrond vormt als bladeren en naalden op de grond komen te liggen. Vele Amerikanen zouden terugdeinzen van de vele materialen die tot humus worden afgebroken. Maar toch zouden de meesten er geen probleem mee hebben om een beetje humus in de hand te nemen en het onder de neus te houden en er vergenoegd aan te ruiken. Er lijkt iets in de diepste wezen van de mens te zitten waardoor ze humus graag ruiken.

In de natuur is de vorming van humus een langzaam en voortdurend proces dat niet in één enkele stap gebeurt. Planten groeien, gaan dood, en vallen dan uiteindelijk op de grond waar die door op en in de grond levende organismes worden opgegeten en die zich ook weer onder elkaar opeten, tot er uiteindelijk geen enkel herkenbaar spoor van de oorspronkelijke plant meer over is. Vlak bij de oppervlakte van de bodem blijft maar een klein deel humus over, dat dan door de wroetende aardwormen dieper naar beneden wordt getransporteerd. Van de bovenkant van het bodemoppervlakte worden de planten opgegeten door andere dieren die niet in de grond leven, en wiens uitwerpselen op de grond vallen waar die in contact komen met de daar levende organismes die dit opeten en elkaar opeten tot er geen spoor meer van het oorspronkelijke materiaal over is. Er blijft een kleine hoeveelheid humus over. Of ook het dier zelf gaat uiteindelijk dood en valt op de grond waar.....etc. etc.

Het composteren versnelt eigenlijk de afbraak van de ruwe organische materialen en zijn herstructurering tot humus. Wat er in de natuur door de loop van jaren gebeurt, kan men ook binnen enkele weken of maanden laten gebeuren. Maar compost die klaar lijkt om in de grond te kunnen worden gebruikt kan nog geen humus geworden zijn. Alhoewel die bruin en kruimelig is, kan het zijn dat die alleen maar gedeeltelijk vergaan is.

Als die dan op dit punt in de grond verwerkt wordt, dan werkt die niet meteen als een krachtige vruchtbaar makende meststof en zal totdat die verder gecomposteerd is niet direct bijdragen tot de plantengroei. Maar als men de decompostering verder laat gaan tot zichtbaar alle oorspronkelijke organische materiaal tot humus is omgevormd, zal een groot deel van de biomassa worden verminderd tot een klein restant van een erg waardevol materiaal dat veel bruikbaar en nuttiger is dan de chemische meststoffen.

Duizenden jaren lang hadden de boeren nauwelijks andere meststoffen dan dierlijke mest en compost. Deze werden altijd beschouwd als erg waardevol, en er bestond veel traditionele kennis en wetenschap in het gebruik er van. In het eerste deel van de 20<sup>ste</sup> eeuw veranderde onze aandacht en gingen we de chemische kunstmeststoffen gebruiken, en de organische afvalmaterialen werd vaak gezien als hinderlijk en van weinig waarde. Tegenwoordig herontdekken we de natuurlijke compost als een goed middel ter grondverbetering en komen we er ook achter waarom we organische afvalmaterialen moeten composteren; tenslotte moeten we ze toch op een ecologisch verantwoorde manier recycleren.

## Het maken van compost.

Het beste overeenkomende proces dat me op dit moment invalt dat erg veel lijkt op het maken van compost, is de bereiding van gefermenteerde producten zoals bier, brood of zuurkool. Maar toch is het maken van compost veel makkelijker. En hier kan ik spreken vanuit mijn kennis en ervaring omdat ik in mijn jongere jaren zelf thuis brouwde, en dit goed genoeg om iedere avond veel bezoeker rond mijn keukentafel te hebben. Op dit moment ben ik tot matig alcoholgebruik genoopt omdat ik er veel te veel er van heb gebruikt en mijn lever er onder geleden heeft. Verder was ik ook thuisbakker, en toverde iedere week 2 of 3 tarweroggebroden op tafel zonder dat er iets verkeerd ging.

Het brouwen van bier is vrij moeilijk. Alles moet gesteriliseerd worden en de fermentatie moet binnen een klein spectrum van temperaturen plaatsvinden. Indien er zich verkeerde organismes gaan thuis voelen bij de fermentatie, dan kan dit resulteren in een bedorven smaak en een verschrikkelijke kater. De verstandige thuisbrouwer begint met de puurste of beste gist of bacteriënstam die het beste laboratorium kan leveren. Het maken van bier is een proces dat aangepast is aan een exact proces. Dit moet gewoon precies zo worden gedaan en dan lukt het ook.

Als eens de formule vastgesteld is en de materialen zich goed uitwerken, zal het eindresultaat als gewenst zijn. Zo is het ook met het brood maken. De ingrediënten staan vast, en zo kan dit altijd herhaald worden. Ik kan enkele schepels tarwe en rogge tegelijk kopen, zo dat ik genoeg heb voor het hele jaar. Elke zak van de aankoop heeft dezelfde kwaliteit bij het bakken. De smaak van het brood is dus herhaaldelijk verkrijgbaar. Mijn gist is altijd dezelfde. Als ik zuurdesemstarter gebruik, dan is mijn verkregen individuele smaak door de gist iedere keer weer hetzelfde, en al vlug leer ik het karakter er van. Mijn bakoven is altijd rond dezelfde temperatuur. Onder het bakken leerde ik al vlug de oventemperatuur juist af te stemmen en ook de baktijd om juist dit of dat soort korst te verkrijgen dat ik wenste. We moeten daarbij heel precies te werk gaan. Ieder brood moet hetzelfde gemaakt worden als alle broden hetzelfde zouden moeten worden. Maar dit is niet onmogelijk onveranderbaar, want als ik eens mijn materiaal en oven ken, dan begrijp ik alles wat beter en kan ik toch altijd nog een klein beetje veranderen.

Het composteren verloopt zo overeenkomstig, maar toch anders en gemakkelijker. Het is in die zin overeenkomstig omdat het op iedere andere fermentatie lijkt, en het verschilt er in dat de thuis-composteerder zelden weer precies dezelfde materialen gebruikt in iedere nieuwe composthoop.

Hij hoeft niet noodzakelijk de pure soort van de organismes er in te zetten die het eigenlijke werk van de humusvorming moeten volbrengen en hij heeft een selectie materialen ter beschikking. Het is gemakkelijk omdat geen mens compost eet of drinkt, maar in dit geval doet de grond en ook de plant dit, en dit in een breed spectrum; gelukkig tolereren ze een wijd spectrum aan verscheidenheid van compost, allerlei kwaliteit zonder te klagen.

Sommige compostmakers zijn heel erg nauwkeurig en lijken veel op de fijne bakkers of brouwers. Ze nemen veel tijd om een materiaal precies naar smaak te produceren, en dit ook nog via complexe methodes. Gewoonlijk zijn dit voedseltuiniers met grote zorg voor gezondheid en voedingskwaliteit van het voedsel dat ze kweken. Alhoewel zijn er vele eenvoudigere manieren van composteren die een product leveren dat bijna zo goed is, maar dan met veel minder werk. Deze meer fundamentele methodes zullen zowel interessant zijn voor de minder bezige achtertuinier als ook voor de huiseigenaar die misschien maar net één enkel bloembed heeft. Voor de appartementbewoner kan eventueel de unieke methode van het zg. "vermicomposteren" (met wormen) zeer geschikt zijn voor de huiskamerplanten.

### **De ruwe composteringmethode.**

Nadat ik een aantal methodes geprobeerd had, ontwikkelde ik in de laatste 20 jaar een persoonlijk aangepast composteringssysteem. Zo gebruikte ik daar voor zelf thuisgemaakte vaten en van alles nog meer, maar zwenkte later toch weer over naar de gewone ruwe composthoop. Ik heb van alles gecomposteerd van papier tot groen plantenmateriaal, en maakte voor het eerst compost op een stuk land van ca. 200 vierkante meter alwaar het noodzakelijk was om een net uitzien te bewaren voor de buurt. Nu leef ik op het land en hoef me daar geen zorgen meer over te maken omdat de kortst bijzijnde wonende burens 250 meter verderop wonen.

Daarom maak ik nu deze ruwe composthoop. Er zijn veel verfijnde composteervaten etc. die ik zou kunnen gebruiken, maar daar maak ik me op dit moment geen zorgen over, want ik verkrijg altijd fijne compost. Wat nu volgt, zou moeten worden gezien als een beschrijving van mijn unieke persoonlijke methode die aangepast is aan mijn levenswijze en het klimaat waar ik in leef. Ik begin dit boek met dit eenvoudig voorbeeld zodat je ziet hoe makkelijk het is om perfect bruikbare compost te maken. Alhoewel het de bedoeling van deze beschrijving is om inspiratie te geven, en niet om dit perfect na te streven.

Ik ben een serieuze voedseltuinier. In de lente begin ik er mee met veel plantenmateriaal bij elkaar te halen die in de hoop verwerkt moeten worden. Zo zijn er de stengels van de vele leden van de koolfamilie die gewoonlijk in de milde winters van Oregon overwinteren. Deze tweejarigen staan rond April in de bloei en op dat moment trek ik ze dan uit de tuin met een redelijke hoeveelheid grond die er zo aan de wortels blijft zitten. Deze ruwe materialen vormen de onderste laag van een nieuwe composthoop.

Het eerste principe van goed te kunnen leven van een tuin is door twee of drie maal zo veel te kweken als dat je nodig hebt. Zo levert mijn te grote tuin vele tientallen stengels en stronken op en ook tientallen niet-gegeten savooiekolen, verder nog vele 1 meter hoge stengels van de Brusselse spruiten, en kruiwagens vol enorm grote bloeiende boerenkoolplanten. Tegelijkertijd komen uit onze een stuk van het huis af gelegen onverwarmde garage enkele emmers en dozen kiemende aardappels en kruiwagens vol half

beschimmelde niet-gegeten winterpompoeenen. Er kunnen ook enkele kistjes appels bij zijn van de laatste herfst die helemaal uitgedroogd zijn. Deze uitgelopen aardappels, de beschimmelde pompoeenen en de uitgedroogde appels worden dan over de bodemlaag van de brassica stengels (koolstengels) heen gelegd.

Als het maar even gaat dan kweek ik mijn eigen groentezaad, vooral voor de tweejarigen zoals de brassicas, de bieten en andijvie. Door de zomer heen vormen die struiken een hele hoop composteerbaar plantenmateriaal dat op stro lijkt als het zaad er uit geklopt is. Gewoonlijk ligt er nog een groot droog stuk grond waar bonen stonden en waar ook een hoop plantenmateriaal van af komt. Dan is er nog allerlei groentesnoeisels, en veel plantenmateriaal waar de vorige in de lente gezaaide bedden stonden en waar de grond nu is beplant voor de herfstoogst. Tegen de eerste vorst in oktober is er zo veel plantenafval bijeen gekomen.

Als al deze plantenafval bij elkaar is verzameld, dan worden ze tijdelijk bij elkaar gelegd naast de composthoop, wachtend op de voortdurende uitstortingen van de 10 liter keukenafvalcontainer. Onze huishouden vergaart best wel wat keukenafval, vooral in de zomer als we onze oogst inmaken of ontsappen, maar toch hebben we geen vliegen of afvalstank die van de composthoop afkomt omdat iedere emmer over het midden van de composthoop wordt uitgespreid en meteen wordt overdekt met meerdere centimeters gedroogd of verdorde plantenmateriaal en een beetje aarde.

Tegen oktober is de hoop ca. 90 centimeter hoog, 4.80 m. lang en onder langs 2.10 m. breed. Tijdens het opbouwen van de hoop heb ik daar geen water bij gedaan, dus is die erg droog en nauwelijks gedecomposeerd. Maar al vlug komen de maritieme winterregens er aan, waar het Noordwesten bekend voor staat. Van half oktober tot half april regent het bijna iedere dag matig en soms zelfs erg hard. Er valt dan zo'n 125 cm. regen. Maar de hoop is losjes opgebouwd met veel luchtruimtes er tussen, en veel van het materiaal begon de winter in een droge volwassen vorm met een best wel harde bast of "huid" die weerstand biedt tegen het decomposten. In de winterdagen gaat er maar weinig rotten.

Tegen de volgende april is het grootste deel van de hoop wel vochtig geworden. Sommige afvaldelen daarvan zijn beduidend vergaan en andere helemaal niet. Het meeste er van kan men altijd nog herkennen, maar het meeste vegetatief materiaal heeft een grijze laag micro-organismen of is lichtbruin aan het worden. Nu komen de enige twee inspannende uren van het compost maken per jaar. S'morgens schep ik in een uur of twee de hoop met een mestvork en schop om, en bouw zo een nieuwe hoop naast de oude hoop.

Eerst pel ik de buitenste 10 - 12 cm van de oude hoop af, dit wordt nu het fundament van de nieuwe hoop. Het uit elkaar halen van de lange grassen en zadenstengels en de stammen van de Brusselse spruiten van de rest van de hoop kan me wel even laten zweten, maar gelukkig moet ik soms stoppen om water daar te sproeien waar het materiaal droog bleef, en kan ik zo even wat afkoelen. Dan neem ik de rest van de zo half vergane brassicastompen en andere grote stukken, en legt die in het midden van de hoop waar die het

warmste zal worden en de decompostering de hoogste temperaturen zal bereiken. Als ik de hoop zo opbouw, dan sprenkel ik zo links en rechts een beetje grond er tussen in die om de oorspronkelijke hoop heen ligt. Als ik daarmee klaar ben is de hoop onderen langs de grond 1.50 m. hoog en 1.80 m. breed, en ca. 3.40 m. lang. De buitenkant er van wordt dan bedekt met een dunne laag van de kruimelige zwarte grond die opgeschraapt werd waar de hoop oorspronkelijk stond voordat die omgeschept werd.

Als men gebruik maakt van goed en scherp handgereedschap voor het meeste soort van tuinwerk zoals het wieden, cultiveren, het bewerken en omscheppen van de composthoppen, dan is dit niet zo moeilijk of nauwelijks zo tijdrovend als dat de meeste mensen denken. Jammer genoeg is de kennis er over hoe het handgereedschap te gebruiken grotendeels verdwenen. Niemand heeft nog een grootvader die op een boerderij opgroeide en die kan laten zien hoe makkelijk het is om een scherpe schep te gebruiken, oftewel hoe moeilijk het kan zijn om een stompe schep in de grond te krijgen. Zo is ook het wieden met een scherpe hark heel makkelijk en snel te doen, maar de meeste nieuwe harken die worden verkocht worden vaak niet op de juiste manier geslepen. Dus concluderen vele tuiniers verkeerd na het werken met stompe harken en scheppen dat cultiveren niet mogelijk is zonder het gebruik van een machinale bodembewerker voor zowel het bewerken van de bodem als het wieden tussen de rijen in. Maar in plaats van een dure op benzine lopende machine te kopen is datgene wat we echt nodig hebben een beetje kennis en een vijl van een paar euro.

Zo kan het omscheppen van een composthoop oftewel een onmogelijk werkje zijn waarbij men zich in zweet drenkt en rugpijn heeft, oftewel een makkelijk en vlug werkje. Het is erg moeilijk om zelfs een erg scherpe schep in een composthoop te krijgen. Daarvoor heeft men namelijk een soort van hooivork nodig, een mestvork. Het beste soort vork voor dit werkje is er een met een lange mooie steel met een vork met vier scherpe pinnen daar aan. Vorken met meer dan vier pinnen nemen te veel materiaal mee. Als de hoop niet goed is doorgerot en nog steeds veel lang in elkaar verward materiaal bevat, zal een vork met 5 of 6 pinnen te veel materiaal mee nemen, en kan ook te veel kracht vereisen om er mee te werken. Spitvorken met vier brede platte pinnen functioneren ook niet goed om de hoop mee om te scheppen, maar als er niets anders beschikbaar is geeft ik er de voorkeur aan boven een schep.

Zo zijn er ook scheppen en scheppen. De meeste tuiniers kennen wel het verschil tussen een spade en een schep. Ze zouden niet moeten proberen om het materiaal met een spade om te scheppen - die eigenlijk alleen er voor gemaakt is om verticaal in de bodem gestoken te worden en de grond los te maken.

Wist je dat er verschillende ontwerpen in de vorm en hoeken van het blad zijn? Het normale model wordt gemaakt om in hopen van zand of gruis etc. te scheppen. Als je een model schep gebruikt om losse fijne compost om te scheppen die een hooivork niet zou vasthouden, zul je vlug pijn in je rug hebben van het zo ver naar voren buigen. Slechter nog is het model schep dat een gebogen blad heeft dat niet zo veel opneemt bij iedere schep.



Een betere keuze is een platte schep met een vierkante voorkant, die ontworpen is om kleiner en fijner materiaal van hardere oppervlaktes op te scheppen. Alhoewel is het zo dat als die goed scherp is, die graag vast gaat zitten als die tegen een obstakel komt. Het allerbeste is een gewone schep maar met een platter afgerond blad dat aangepast is om mee in een grotere hoek te werk te kunnen gaan en zo de gebruiker er van meer recht op kan laten werken, zulk een model als waar men ook zand of cement mee schept.

*Scherpe* platte scheppen zijn perfect voor het opschrappen van losse grond en het aan de kant te scheppen, voor het maken van sleuven in de losse bewerkte grond, en voor het opschrappen van de laatste beetjes compost van de composthoop die omgeschept werd.

Eens omgeschept warmt de hoop vlug op. Die wordt echter niet zo warm als andere hopen die bijna kunnen koken, maar stoomt enkele weken lang op koude morgens. Rond de helft van juni is alles afgekoeld. Het regenen is dan ook opgehouden en de hoop wordt droog, die is dan ook behoorlijk kleiner geworden. Dan schep ik de hoop nog eens om, en bewater die met een gieter. Dit omscheppen is nu veel makkelijkere omdat de meeste houten brassicastompen zo goed als vergaan zijn. Die stompen die als zichtbare stukken overgebleven zijn komen weer in het midden van de nieuwe hoop te liggen. Het meeste van het grotere en het minder decomposeerd materiaal komt van de buitenkant van de oude hoop. Veel van het materiaal werd bruin tot zwart van kleur en de oorsprong er van is niet herkenbaar.

De hoogte van de hoop is nu teruggelopen tot 120 m hoog, 1.50 m. breed en ca. 1.80 m. lang. Deze bedek ik weer met een dunne laag aarde en dit keer doe ik wat doorzichtig plastic of zoiets er over om het vocht in de hoop te houden en de temperatuur te verhogen. Alweer warmt de hoop kort op, en koelt dan door de zomer heen af.

In september is de hoop voldoende goed om gebruikt te worden. Die is dan ca. 75 cm. hoog en is teruggelopen tot 1/8 tot zijn beginvolume van 18 maanden geleden. De compost die ik in de herfst niet uitdraag wordt met plastic bedekt zodat die niet door de winterse regenval uitloopt en de volgende lente kan worden gebruikt. Tijdsduur van het begin tot het eind: 18- 24 maanden. Totale inspanning: 3 maal omscheppen. Kwaliteit: zeer bruikbaar.

Deze methode is voor mij persoonlijk acceptabel omdat de composthoop niet makkelijk zichtbaar is voor de bewoners en de omwonenden, en is ook geschikt voor de luie persoon: het is een erg langzame manier die goed is voor iemand die er geen haast mee heeft om de compost te gebruiken. Maar niet veel van mijn lezers leven op echt open landelijke gebieden. Hopelijk zijn de meesten daarvan niet zo lui als dat ik dat ben.

Op dit punt zou ik andere verbeterde methodes kunnen aanbevelen om compost te maken die veel lijken op de kookboekrecepten die de lezer dan zou kunnen uitkiezen en gebruiken. Er zou dan bijvoorbeeld een recept voor de kleine achtertuin kunnen staan, het vlugge recept, een recept voor de appartementbewoner, het winterrecept, het maken van compost als je geen composthoop kunt maken. In plaats daarvan geef ik er de voorkeur aan je intelligentie uit te breiden en eerst de principes achter het composteren te bekijken. Ik geloof dat een begrip van de basisbeginselen je in staat zal stellen om je als zelfbepalende

individuele persoon te kunnen laten functioneren om bestaande methodes aan te nemen en problemen op te kunnen lossen als die zich voordoen, of iets persoonlijks te creëren dat uniek en correct voor jouw persoonlijke situatie is.

## Hoofdstuk 2

### De basisbeginselen van het composteren.

De omgang met levende natuurlijke systemen verloopt gewoonlijk beter als deze de natuur nabootsen. Onderstaand volgt een voorbeeld er van als we dat niet doen.

Mensen die thuis een tropisch visaquarium hebben worden zo geïnformeerd dat ze de vele visziektes kunnen vermijden door daarin steriele omstandigheden er op na te houden. Als de vissen dan ziek worden of dood beginnen te gaan, worden de hobbyisten geadviseerd om antibiotica of antiseptica er in te doen, die de meeste vormen van het bacteriële leven doden. Maar buiten in natuur is er niets steriel, de natuur is echter wel gezond.

Net zoals vele andere flatbewoners kweekte ik in mijn 20er jaren tropische vissen en liet binnenshuis planten groeien - gewoon om maar wat leven om me heen te hebben. De planten groeiden goed, ik denk dat ik altijd al groene vingers had, maar met de vissen verliep het niet zo goed en er zaten vele bacteriën in het water. Ik dacht daar over na en kwam tot de conclusie dat ik in de vrije natuur nooit zieke vissen zag en hun water was gewoonlijk vrij helder. Misschien bestond het probleem daar uit dat mijn aquarium een overdreven gesimplificeerde ecologie had en mijn vissen industrieel verwerkt dood voedsel kregen, terwijl de ecologie in de natuur uit een zeer groot spectrum bestond en de vissen levend materiaal aten. Zo trok ik de stoute schoenen aan en probeerde moedig het meest radicale wat men maar kan denken; ik ging naar het land en vond daar een kleine vijver; daarvan bracht ik een liter bodemmateriaal mee naar huis en ook het vijverwater dat ik in mijn eigen aquarium deed. In plaats van ontelbare ziektes in mijn aquarium te brengen en mijn visbestand uit te roeien, had ik in feite ontelbare levende organismes er in gebracht die zich vlug begonnen te vermenigvuldigen. Het water werd al vlug kristalhelder, en al vlug weigerden de vissen om het wetenschappelijk samengestelde voedsel te eten dat ik altijd er in deed. In plaats dat dit door de vissen werd gegeten, werd dit nu door de overvloedige verscheidenheid kleine creatuurtjes gegeten die nu in het grint van de aquariumbak zaten. De vissen zelf aten deze creatuurtjes en werden perfect gezond.

Toen de slakken die ik met de vijvermodder in de bak bracht zo talrijk werden dat ze het glas bedekten en het zicht verhinderden, drukte ik er enkele van dood tegen de wand van het aquarium en de vissen deden zich te goed aan het verse slakkenvlees. Vooral de zee-engels en de gupjes keken graag naar mijn slakkenmoord uit, en zwommen allemaal rond mijn hand als ik daarmee in de bak kwam. Op deze voedingswijze van levend materiaal in een ecologisch systeem begonnen zelfs zeer moeilijke soorten goed te leven.

De organische en biologische boeren beschouwen de moderne "wetenschappelijke" bedrijfsboerderijen methodes als in dezelfde situatie. In plaats van de complexe stabiliteit van de natuur na te bootsen, gebruiken de industriële boeren dwangmiddelen, en proberen een gecompliceerd ecologisch systeem naar hun wil te zetten. Als resultaat daarvan verliezen de meeste landbouwgebieden in hoog tempo hun bodemkwaliteit en produceren ze altijd meer voedsel met een lager voedingsgehalte dat resulteert in een verminderde gezondheid van al het leven dat de producten van onze boerderijen eten, inclusief ook wij zelf.

Ik ben me er van bewust dat dit verhaal voor sommige lezers vrij radicaal kan overkomen. In een boek zoals dit kan ik echter niet voldoende op het thema van de bezorgdheid over de bodemvruchtbaarheid en de gezondheid van de bevolking in gaan, maar ik kan de lezer wel verwijzen naar boeken over dit onderwerp, geschreven door mensen die daar meer verstand van hebben dan mij. Ik raad vooral de boeken van Albrechts aan, Weston Price, Sir Robert McCarrison, en Sir Albert Howard.

### **De aanmaak van humus.**

Voordat we kunnen vragen hoe we compost maken zou het misschien goed kunnen zijn om eerst eens te onderzoeken hoe de maximaal efficiënt functionerende natuur de organische materialen in de bodem terugbrengt, daar waar die ooit uit vandaan kwamen. Als wij het ongeveer ook zo doen dan kunnen we trots op ons zijn.

Daar waar men de natuur toelaat om te functioneren zonder bemoeienis van de mens, ontwikkelt deze overal een hoog nivo aan biomassa die de hoogste hoeveelheid organisch leven kan laten leven als dat die plaats dat mogelijk maken kan. Egaal welke soort bos dat het is, prairie, of zelfs woestijn, de natuur maakt de meeste van de beschikbare bronnen en laat dit levend gebeuren tot de meest intense complexe piek stijgen als maar mogelijk is. Er zullen net zo veel zoogdieren zijn als dat die er kunnen leven, net zoveel insecten als dat die er kunnen leven, en ook net zo veel wormen, en zo kunnen ook net zo veel planten zo groot groeien als dat er organisch materiaal in alle fases van dat composteringsproces is en als de maximale hoeveelheid relatief humus in de grond is. Al deze vormen van levende en decomposterende organismes staan in een complex systeem; elk deel er van staat zo nauw in verband met alle andere delen, dat als er één van zich in aantal of hoeveelheid zou vermeerderen of verminderen, dat alle andere zich ook in aantal of hoeveelheid zouden veranderen.

Het efficiënte decomposteringsproces van bladeren op een bosgrond is er een goed voorbeeld van wat we mogen hopen in een composthoop te kunnen bereiken. Onder de schaduw van de bomen en dik gemulcht door bladeren blijft de bosgrond gewoonlijk vochtig. Alhoewel de bladeren de neiging hebben om als een mat afdekkend te gaan liggen als ze in contact komen met de grond, is de natte ietwat compacte laag dun genoeg om lucht er door heen te laten en contact toe te staan met alle andere materialen en om in de grond te komen.

In deze bovenste top laag van kruimelige vochtige grond die gemengd werd met bladerenmateriaal en humus leven deze diertjes die met het proces van humificatie beginnen. Vele van deze primaire decomposteerders zijn grotere insectachtige diertjes die gewoonlijk bekend zijn bij tuiniers. Zo zijn er ook vele soorten insectenlarven druk aan het werk.

Men zou er een leven lang aan kunnen wijden om de ecologie van één enkele hand vol humusrijke bovenlaag van de grond kunnen begrijpen. Reeds een eeuw lang proberen bodemdeskundigen dit te doen maar nog steeds is dit werk nog niet af. Omdat tuiniers net zoals ander mensen ook maar zelden geïnteresseerd zijn in het observeren en de namen van deze kleine diertjes, zijn ze ook niet bijzonder geïnteresseerd in die diertjes die onze oogst niet beschadigen, en hebben die bodemdiertjes meestal alleen een Latijnse wetenschappelijke naam. De soorten bodemdiertjes die er leven, eten, verteren, reproduceren, aanvallen en zichzelf verdedigen, vullen hele afdelingen van academische wetenschappelijke bibliotheken.

Tijdens het schrijven van mijn boek raakte ik altijd verder verdiept in dit onderwerp en las veel meer over bodembioïologie en microbiologie dan dat ik van te voor ooit gedacht had te doen. Alhoewel dit gebied van kennis me erg boeide, twijfel ik er aan of dit ook zo voor de meesten van jullie zo zal zijn. Als dat toch zou zijn, dan raad ik aan dat om eerst het gespecialiseerd materiaal te bekijken dat in de literatuurlijst staat voor een introductie op dat gebied in het grote universum van de literatuur.

Ik zal je nu niet duizelig maken door lange Latijnse namen op te noemen, of je laten terugdeinzen voor beschrijvingen van ingewikkelde reproductieve methodes en mooie overlevingstrategieën. De tuinier heeft deze informatie niet echt nodig, maar het is essentieel voor het goed tuinieren om zodanig op een juiste manier met de aarde om te gaan dat de diertjes in en op de bodem worden ondersteund, en ze dus niet uitgeroeid of vernietigd worden. Bodemdiertjes hebben enkele kwaliteiten, die bijna alle daarvan hebben. Als we ons bewust zijn van het algehele karakter en levenswijze van de bodemdiertjes, dan kunnen we onze decomposterings- en tuinbewerkingsmethodes overdenken en bepalen met hulp van deze minuscule schepseltjes.

Vergeleken met de atmosfeer is de bodem een plaats waar de temperatuurschommelingen maar klein en langzaam verlopen. Als resultaat daarvan kunnen de bodemdiertjes in het algemeen geen plotselinge temperatuurveranderingen verdragen en kunnen dan overwegend niet goed functioneren. Daardoor komt het ook dat het de plantengroei verlangzaamt als men de naakte aarde aan de zomerzon blootstelt, daarom leggen vele zorgzame tuiniers in de zomer een dunne mulchlaag er over heen of proberen afkoelende bladeren er op te leggen om de kweekbedden schaduw te geven. Uitgezonderd enkele micro-organismen ademen de bodemdiertjes ook zuurstof in, net zo als ook alle andere leven, en zijn ze zo dus afhankelijk van een adequate luchtvoorziening. Daar waar de bodem geen lucht krijgt vanwege de compactheid er van, of vanwege een slechte waterafvoer, of ook door een groot aandeel fijne klei, kunnen er maar weinig bodemdiertjes zijn.

Het binnenste van de bodem is in het algemeen vrij vochtig. Zelfs als de grond een beetje droog lijkt, ligt de relatieve vochtigheid daarvan gewoonlijk rond ca. 100 %. De bodemdiertjes hebben als gevolg daarvan geen mogelijkheid ontwikkeld om hun lichaamsvochtigheid te behouden, en gaan vlug dood als gevolg van droge omstandigheden. Als ze droge omstandigheden tegenkomen dan trekken ze zich dieper in de grond terug, tenminste als daar zuurstof is en de tussenruimtes groot genoeg zijn om er door te kunnen komen. Zo zien we hier een verdere reden waar om een dunne mulchlaag die de oppervlaktevochtigheid behoudt, de gezonde populatie van bodemdiertjes enorm kan laten toenemen. Sommige eencellige diertjes en ronde wormen zijn in staat om zware omstandigheden te overleven door zichzelf in te pakken en een klein soort van "zaadje" te vormen dat hun genetisch materiaal preserveert met voldoende voedsel om dit later te reactiveren, en ze komen dan terug tot leven als de omstandigheden zich verbeteren. Deze cystes kunnen moeilijke periodes van zwaar vriesweer overleven en soms ook temperaturen van boven de 65 graden C.

Bewoners van de bladbedekkingen resideren kort bij de oppervlakte van de bodem en moeten zo in staat zijn om de blootstelling van drogere lucht en licht zonder problemen of schade te kunnen verdragen. De grotere bladerendiertjes worden de primaire decomposteerders genoemd. Die besteden een groot deel van hun tijd er mee om te kauwen op de dikke reserve van de meeste bladerensoorten die op de bosgrondbodem liggen. Deze primaire decomposteerders zijn niet in staat om het hele blad te verteren. Ze extraheren alleen de makkelijk verteerbare substanties uit hun voedsel, zoals de proteïnes, suikers en andere eenvoudige koolhydraten en vetten. De twee substanties waaruit de harde, permanente en houderige delen van de planten zijn opgebouwd zijn het cellulose en lignine; deze materialen kunnen door de meeste bodemdiertjes niet worden verteerd. Het is interessant, dat er net zoals in een koeienpens enkele larven zijn die een verteringssysteem hebben dat celluloseverterende bacteriën bevat, maar deze larven hebben maar weinig effect op het geheel.

Nadat de primaire eters klaar zijn worden de bladeren mechanisch ontbonden of losgemaakt en goed vochtig gemaakt, nogmaals bewerkt en gekauwd tot kleine deeltjes en omgezet tot minuscule beetjes vochtige uitscheidingen die nog steeds de verteringsenzymen bevatten. Vele van de bacteriën en schimmels die er op de bladeren zaten zijn levend door deze eerste vertering heen gegaan, of wachten als sporen en zijn klaar om gereactiveerd te worden. Op deze manier is er niet veel verschil tussen de uitscheidingen van de primaire decomposteerders en de mest van de grotere vegetarische zoogdieren zoals van koeien en schapen, alleen dat die wat kleiner zijn.

De verteringsuitscheidingen van de primaire decomposteerders worden grondig met micro-organismen doordrenkt die het cellulose en het lignine eten. Maar zelfs ook al lijkt het op humus, dan is het nog niet geheel gedecomposeerd. Het heeft een watervasthoudende granulaire structuur die de aanwezigheid van lucht en vocht door de massa heen vergemakkelijkt en die zo de perfecte omstandigheden er voor schept om micro-organismen er in te laten werken.

Deze uitscheidingen zijn ook weer het voedsel voor een aparte soort van bijna microscopisch kleine bodemdiertjes. Deze kunnen niets anders eten dat niet al werd voorverteerd door de primaire bodemdiertjes. De combinatie van microben en de verteringsenzymen van de primaire en secundaire decomposteerders laat de resistente cellulose tot een bepaalde graad afbreken en zelfs ook het lignine. Het resultaat is dan een behoorlijke hoeveelheid uitscheidingen van secundaire decompostering en van een veel fijnere kruimelige structuur dan door de primaire decomposteerders werd overgelaten, en lijkt meer op humus, maar dat is het nog niet.

Nu komt het eindstadium van de humusvorming. Vele soorten aardwormen eten hun weg door de bodem heen en nemen een mengsel van aarde, microben en de uitscheidingen van bodemdiertjes op. Al deze substanties worden met elkaar gemengd, kleingemaakt, en opnieuw chemisch samengesteld in het hoog zure spijsverteringsstelsel van de aardwormen. Organische deeltjes worden samengevoegd met de aarde om humuscomplexen te vormen die vrijwel resistent zijn tegen verdere decompostering en die bijzonder goed in staat zijn om de belangrijke voedingsstoffen en water vast te houden en ook weer vrij te laten komen, om zo de planten te voeden. De uitscheidingen van aardwormen zijn mechanisch erg stabiel en helpen er in om een duurzame bodemstructuur te vormen die open en toegankelijk blijft, dit is wat door tuinieren en boeren 'een goede kruimelachtige losse grond' wordt genoemd. Aardwormen zijn zo enorm belangrijk voor de bodemvruchtbaarheid, zoals ook nuttig en meewerkend in het maken van compost dat er in dit boek een apart hoofdstuk aan gewijd wordt dat daar tot in detail op in gaat.

Laten we een composteringsles onderstrepen die afgeleid is van de bosgrond. In de natuur verloopt de humusvorming in aanwezigheid van lucht en vocht. De werkers in deze vorm zijn bodemdiertjes variërend van het complex van micro-organismen tot aan de insecten die samenwerken in een complexe ecologie. Deze zelfde organismen werken in onze composthoppen en helpen ons om ruwe vegetatie in humus om te zetten, of in een materiaal dat bijna humus is. Dus, als we compost maken is het zo, dat we er zeker van moeten zijn dat er voldoende lucht en vocht aanwezig is.

De decompostering is eigenlijk een proces van herhaaldelijk opeten en verteren, zodat organisch materiaal herhaaldelijk passeert door de verteringskanalen van bodemdiertjes, dit gebeurt vele malen, of wordt bewerkt door de verteringsenzymen die uitgescheiden worden door de micro-organismen. In elke fase worden de vegetatie en de decomposteringsproducten van die vegetatie grondig vermengd met de dierlijke verteringsenzymen. Bodembiologen hebben geobserveerd dat daar waar de bodemomstandigheden vijandig zijn voor de bodemdiertjes, zoals in compacte fijne kleibodems waar geen lucht in kan komen, dat het organische materiaal exclusief gedecomposeerd wordt door micro-organismen. Onder deze voorwaarden vormt zich praktisch geen decomposterings-resistent humus / klei complex, bijna alles wordt door de bacteriële gemeenschap als brandstof geconsumeerd, en de niet productieve bodem wordt zo praktisch geheel verstoken van organisch materiaal.

Sir Albert Howard werd "de vader van het moderne composteren" genoemd. Zijn eerste composteringsboek (1931) "*The Waste Products of Agriculture*", behandelde het vitale belang van dierlijke verteringsenzymen, van verse koeienmest in het maken van compost. Toen hij experimenteerde met het maken van compost zonder mest, was het resultaat minder dan ideaal. De meeste tuiniers kunnen geen verse mest krijgen, maar gelukkig kunnen de bodemdiertjes in overeenkomstige verteringsenzymen voorzien. Later in het boek als we Howard's Indore-composteringsmethode behandelen, zullen we zien hoe briljant Sir Albert het natuurlijke decomposteringsproces begreep en dit nabootste in een decomposteringsmethode die een zeer superieur product opleverde.

Op dit punt raad ik een andere definitie van humus aan. Humus bestaat uit de uitscheidingen van bodemdiertjes, hoofdzakelijk aardwormen, maar ook die van enkele andere diersoorten die, net zoals aardwormen, in staat zijn om gedeeltelijk gedecomposeerde organische materialen met de uitscheidingen van andere bodemdiertjes en klei te combineren om zo stabiele bodemkrumels te vormen die resistent zijn tegen verdere decompostering of consumptie.

### **De voedingsstoffen in de composthoop.**

Sommige soorten bladeren rotten op de bosgrond vlugger dan andere. Het analyseren er van waarom dit zo gebeurt, onthult ons zeer veel over hoe we composthoopen kunnen maken die effectief kunnen decomposteren.

De bladeren van de legiminosa-bomen (van dezelfde botanische familie als de bonen en erwten) zoals de acacia- de carob- en elzeboom, worden gewoonlijk binnen een jaar tijd tot humus. Evenzo ook andere bomen zoals de kersenboom, de es en de olm. Meer resistente soorten hebben twee jaar nodig; dit zijn bijvoorbeeld de eikenboom, de berkenboom, de beukenboom en de ahornboom. De bladeren van de populier en de dennenboom van de Douglas-spar en de lariks composteren maar erg langzaam, en dit kan 3 jaar of langer duren. Sommige van deze verschillen komen als gevolg van de variaties in het lignine-gehalte dat erg resistent is tegen decomposteren, maar de snelheid van de decompostering wordt hoofdzakelijk beïnvloedt door de hoeveelheid proteïnes en minerale voedingsstoffen die er in het blad zitten.

Planten zijn hoofdzakelijk uit koolhydraten samengesteld zoals cellulose, suiker, en lignine. De koolhydraten bestaan het grootste deel van hun gewicht uit koolstof. Planten kunnen gemakkelijk koolhydraten in grote hoeveelheden vervaardigen, omdat koolstof en waterstof betrokken worden uit de lucht ( $CO_2$ ) en het water ( $H_2O$ ), beide substanties zijn in bijna onbegrensde hoeveelheden beschikbaar in de planten.

De suiker die vervaardigd wordt door fotosynthese is het eenvoudigste en meest vitale koolhydraat. Suiker wordt in alle plantencellen "verbrand" als zijnde de primaire brandstof van alle levende activiteiten. Extra suiker kan compacter opgeslagen worden nadat het

omgezet wordt in zemelen, dat langere ketens van suikermoleculen zijn die aan elkaar gebonden zijn. Planten hebben vaak met zetmeel gevulde stammen, wortels, of knollen. Ze maken ook enzymen die de vlugge omzetting van dit zetmeel mogelijk maakt als het nodig is. Wij thuisbrouwers en -bakkers maken praktisch gebruik van een overeenkomstig enzymenproces om zetmelen die in granen opgeslagen zitten terug te veranderen in suiker dat door gisten kan veranderen tot alcohol.

#### De C/N verhouding van boombladeren en -naalden.

Valse acacia	14 : 1	Spar	48 : 1
Zwarte elzenboom	15 : 1	Berk	50 : 1
Grijze elzenboom	19 : 1	Beuk	51 : 1
Es	21 : 1	Ahorn	52 : 1
Kersen (bird's eye )	22 : 1	Rode eik	53 : 1
Haagbeuk	23 : 1	Populier	63 : 1
Olm	28 : 1	Den	66 : 1
Citroen	37 : 1	Douglas-spar	77 : 1
Eik	47 : 1	Lariks	113 : 1

Het proteïnegehalte van de boombladeren komt erg overeen met hun verhouding van koolstof (C) tot stikstof (N).

Soms slaan planten voedsel op in de vorm van olie, de meest geconcentreerde biologische energiebron. Olie wordt ook gemaakt uit suiker en wordt gewoonlijk in zaden aangetroffen. Planten bouwen ook structureel materialen zoals de stam, de celwanden, en andere houtachtige materialen uit suikers die omgezet worden tot cellulose, een substantie die lijkt op zetmeel erg sterke structuren worden gebouwd met lignine, een materiaal dat lijkt op cellulose, alleen veel sterker. Cellulose en lignine zijn permanente stoffen, ze kunnen door de plantenenzymen niet weer terug omgezet worden tot suiker en ook kunnen ze niet door de meeste dieren en bacteriën verteerd worden.

Bepaalde schimmels kunnen cellulose en lignine verteren zoals de symbiotische bacteriën die in de pens van de koe zitten. In dit opzicht is de koe een erg schrander dier dat een cellulosefabriek heeft ingebouwd in de eerste en grootste van zijn meerdere magen. Daar leven de cellulose verterende bacteriën die weer door de koe verteerd worden als ze van de ene maag naar de andere gaan.

Planten bouwen ook proteïne op, de vitale stof van het leven zelf. Proteïnes worden hoofdzakelijk gevonden in die delen van de plant die betrokken zijn bij de reproductie en fotosynthese. Proteïnen moleculen verschillen daar in van zetmelen en suikers dat ze groter zijn en wonderbaarlijk complexer. Hetgeen beduidend is, is dat koolhydraten hoofdzakelijk uit koolstof en waterstof bestaan, en dat proteïnes grotere hoeveelheden stikstof bevatten zoals ook vele andere minerale voedingsstoffen.



Proteïne is schaars in de natuur. Planten kunnen het alleen maar vervaardigen in proporties van de hoeveelheden voedingsstoffen, stikstof, die ze uit de bodem opnemen. De meeste bodems hebben maar weinig stikstof. Als nitraatarme, voedingsstoffenarme grond, goed bewaterd wordt dan kan er wel veel vegetatie groeien maar de planten zullen maar weinig proteïne bevatten en het zal die maar weinig dieren ondersteunen met de voeding er uit. Maar daar waar er veel voedingsstoffen in de grond zitten, daar zullen vele dieren leven, zelfs als de grond maar weinig bewaterd wordt en er maar alleen maar wat borstelachtig gras en wat groene bossen groeien die gewoonlijk alleen maar enkele schuwe diersoorten voeden, terwijl het korte gras van halfwoestijnachtige prairies ooit eens grote kuddes grazende dieren met hun voeding ondersteunde te leven.

Ironisch genoeg is er net zoals ook bij koolstof, geen groot tekort aan stikstof op aarde. De atmosfeer bestaat uit 80% stikstof, maar in de vorm van gas is het atmosferische stikstof helemaal nutteloos voor planten of dieren. Dit moet eerst chemisch zo omgezet en samengesteld worden in vormen die de plant kan gebruiken, zoals nitraat ( $\text{NO}_3$ ) of ammonia ( $\text{NH}_3$ ). Deze chemicaliën kunnen vervaardigd stikstof worden genoemd.

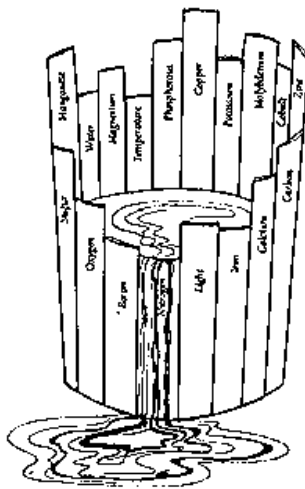
Stikstofgas biedt erg veel weerstand om zich met andere elementen te verbinden. Chemische fabrieken vervaardigen stikstof alleen maar onder hoge temperatuur en druk en in de aanwezigheid van exotische katalysators zoals platina of door stikstofgas bloot te stellen aan hoog elektrisch geladen vonken. Bliksemschichten kunnen overeenkomstig kleine hoeveelheden stikstof vervaardigen die opgelost in regen op aarde vallen, en zekerlijk is ieder micro-organisme dat in en op de bodem leeft ook in staat om stikstof uit de lucht in elkaar te bouwen. Maar deze zijn alleen maar dan overvloedig aanwezig als de grond rijk aan humus en mineralen is, vooral aan calcium. Dus, in een bodem, waar van nature grote hoeveelheden in elkaar vervaardigd stikstof zit, zal de grond ook rijk zijn aan minerale voedingsstoffen.

De meeste van de wereldhoeveelheid van alle stikstof bij elkaar, wordt biologisch door micro-organismen in de bodem bij normale temperaturen opgebouwd onder een standaard luchtdruk. We noemen die vrij levende soorten "azobacteriën", en de andere bacteriën die zich bij de wortels van de legiminosa ophouden "rhizobiabacteriën" (Eng.). De blauwgroene algen van het soort dat leeft in de rijstvelden vervaardigen ook stikstofnitraat. We weten echt niet hoe de bacteriën het klaarspelen, maar de stikstof die ze vervaardigen is de basis van de meeste proteïnes die er op aarde zijn.

Alle micro-organismen inclusief de stikstofopbouwende bacteriën bouwen hun lichaam uit juist diezelfde elementen op die de planten gebruiken voor hun groei. Daar waar deze minerale elementen overvloedig in de grond voorkomen, is de hele grond levendiger en draagt meer biomassa op alle niveaus van bacteriën tot insecten, planten en ook zoogdieren.

Zou één van deze vitale voedingsstoffen in te geringe mate aanwezig zijn, zal alle biomassa en alle plantengroei zich verminderen tot het nivo dat toegestaan wordt door de aanwezige hoeveelheid van de minimum aanwezige grondstof, zelfs dan als er een overvloed

van de hele rest van voedingsstoffen aanwezig is. De naam voor dit fenomeen is de "Wet van de Begrenzende Factor". Dit concept van begrenzingen werd in het midden van de vorige eeuw het eerst geformuleerd door de wetenschapper Justus van Liebig. Alhoewel Liebig's naam niet populair is onder biologische tuiniers en boeren omdat de verkeerde opvatting van zijn ideeën hebben geleid tot het wijdverspreide gebruik van chemische meststoffen, is Liebig's begrenzingtheorie nog steeds een goed wetenschappelijk gegeven.



Liebig zei dat men zich als figuurlijke voorstelling van plantengroei het best een vat met water kon voorstellen. De hoeveelheid water die er in het vat zit, is de hoeveelheid groei. Elke plank van het vat geeft de hoeveelheid van één van deze factoren weer, van de vereisten die de plant nodig heeft teneinde goed te kunnen groeien, zoals licht, water, zuurstof, stikstof, fosfor, koper, borium, etc. Als men een plank van het vat te klein laat - het doet er niet toe welke het is - dan zal de hoeveelheid water die in het vat kan worden gehouden - en aldus de groei van de planten - worden verminderd tot het nivo van de meest begrenzende groeifactor.

Zo is bijvoorbeeld één essentieel plantennutriënt het chlorofyl, dit is het groene pigment dat suiker maakt via fotosynthese.

Chlorofyl is een proteïne dat grote hoeveelheden magnesium bevat. Het is duidelijk dat de plantengroei wordt beperkt door de beperkte mogelijkheden om voldoende vervaardigd proteïne te vinden en ook magnesium om dit proteïne aan te maken.

Dieren van alle soorten en maten vanaf olifanten tot aan de eencellige micro-organismen zijn primair samengesteld uit proteïne. Maar het grootste deel van de plant bestaat niet uit proteïne, maar uit de een of ander vorm van koolhydraten. Het voldoende eten vinden van koolhydraten om aan hun energievereisten tegemoet te komen is maar zelden het overlevingsprobleem van de dieren. Het vinden van voldoende proteïne en andere vitale nutriënten in hun voedselvoorziening om te groeien en te reproduceren is wat hun populatie begrenst.

Het aantal en de gezondheid van grazende dieren wordt begrensd door het proteïne en het verdere voedingsstoffengehalte van de grassen die ze eten, zoals ook het aantal en de gezondheid van de primaire decomposteerders op de bosgrond wordt beperkt door het voedingsstoffengehalte van hun voedsel. En zo wordt ook het percentage van de decompostering begrensd. En zo werkt dit ook in de composthoop.

Het proteïnegehalte van de vegetatie komt erg overeen met de verhouding van koolstof (C) tot stikstof (N). De snelle laboratoriumanalyses van het proteïnegehalte wordt niet zo uitgevoerd door het eigenlijke proteïnegehalte zelf te meten, maar door het meten van de hoeveelheid gecombineerde stikstof die de proteïnes afgeven tijdens het decomposteren. De acacia, de elzenboom, en de bladeren van andere proteïnerijke leguminosaea zoals de valse acacia, de mesquite, de wikke, alfalfa, bonen en erwten, hebben een lage C/N-verhouding, omdat de leguminosa wortels op unieke wijze vele stikstofvervaardigende rhizobia kunnen herbergen. Deze micro-organismen kunnen in al het stikstofnitraat voorzien dat de vlug groeiende leguminosa kunnen gebruiken als de bodem ook voldoende van alle andere voedingsstoffen bevat die de rhizobia nodig hebben, vooral calcium en fosfor. De meeste andere plantenfamilieën zijn geheel afhankelijk van nitraatvoorzieningen die er in de grond zitten. Als gevolg daarvan hebben die regionen of locaties met een bodem die gebrekkig aan voedingsstoffen is, de neiging om coniferenbossen te laten groeien, terwijl rijkere bodems bossen ondersteunen te kunnen groeien die meer proteïnen in hun bladeren hebben. Buiten de vruchtbaarheid van de grond kunnen er ook klimatologische omstandigheden zijn die de coniferen boven de loofbomen begunstigen.

Het is in het algemeen waar, dat organische materialen die een hoge koolstof tot stikstofverhouding hebben, ook een hoge verhouding van koolstof tot andere mineralen hebben, en dat lage C /N materialen veel grotere hoeveelheden andere minerale voedingsstoffen bevatten. Als we compost maken van een grote verscheidenheid aan materialen, dan zit daar waarschijnlijk voldoende hoeveelheid en variatie aan voedingsstoffen in de plantenresten om grote populaties humusvormende diertjes en micro-organismen in de grond te vormen. Alhoewel, als we compost maken uit materiaal dat hoofdzakelijk een hoge C/N-verhouding heeft, dan is het vereist om andere materialen daar onder te vermengen die voldoende vervaardigd stikstof en andere vitale voedende mineralen bevatten, anders zal het decomposteringsproces zeer lang duren omdat de grote aantallen decomposterende organismen niet in staat zullen zijn om zich te ontwikkelen.

#### De C /N verhouding van decomposteermaterialen.

± 6: 1 ±100 : 1		± 12 : 1		±25 : 1		±50 : 1	
Beendermeel	Groenten	Zomergras	Maïs stengels (droog	Zaagmeel			
Vleesafval	Onkruid (tuin)	Zeewier	Stro (graan)	Papier			
Visafval	Alfalfahooi	Peulvruchtschillen	Hooi (lage kwaliteit)	Boomschors			

Konijnenmest	Paardemest	Fruitaafval
Suikerrietresten		
Kippemest	Rioolslib	Hooi (topkwaliteit)
Varkensmest	Kuilvoer	Kaf van graan
Zadenmeel		Maïskolven
Katoenmolenafval		Koie mest

Deze lijst in bovenstaande tabel van de koolstof tot stikstofverhoudingen wordt aangegeven in algemene C/N-verhoudingen. Er bestond al lang een onintelligente praktijk in de tuinboeken om "exacte" C/N-verhoudingen aan te geven. Het ene materiaal zou dan "23 : 1" hebben en het andere materiaal "25 : 1". Zulk een pseudo-wetenschap is niet alleen inaccuraat maar leidt de lezers ook naar verdere verkeerd begrip van zulke tabellen, zoals van het stikstofgehalte of van de decomposteringsafbraak van organische meststoffen of van andere biologische bodemtoevoegingen. Speciaal misleidend zijn die tabellen achteraan in voedings- en gezondheidsboeken die het "exacte" voedingsstoffengehaltes van bepaalde voedselsoorten aangeven. Er is een oud gezegde of spreekwoord: "Er zijn leugens, en dan er zijn nog ergere leugens, en dan zijn er statistieken. De ergste leugens kunnen die van de statistieken zijn."

De decompostering van plantenmaterialen is erg afhankelijk van het nivo en aard van de bodemvruchtbaarheid die deze voortbrengen. De voedingsstoffen die aanwezig zijn in twee planten van dezelfde soort - zelfs ook in twee groenten van precies dezelfde soort, en die uit precies hetzelfde pakje zaad werden gekweekt - kunnen enorm variëren afhankelijk van de plaats waar deze groeien. William Albrecht, in de 1930er jaren voorzitter van de Bodem Onderzoeksafdeling aan de universiteit van Missouri, was voor zover ik weet de beste en de eerste wetenschapper die grondig de verschillen van de voedingskwaliteiten van de planten onderzocht en die de specifieke aspecten van de planten vaststelde m.b.t. de vruchtbaarheid van de grond als zijnde de reden waarom de ene plant voedingsrijker kan zijn dan de andere, en waarom de dieren van de ene boerderij zo veel gezonder kunnen zijn dan op de andere. Via gevolgtrekkingen toonde Albrechts ook de reden aan waarom de ene generatie veel gezonder kan zijn dan de andere. Omdat deze holistische zienswijze bij de machtigen van dit tijdperk terecht kwamen, werd Albrecht professioneel versmaad en verliet uiteindelijk de universiteitsgemeenschap, en besteedde de rest van zijn leven aan de educatie van het grote publiek, vooral van boeren en beroepen op gezondheidsgebied.

In één zin kunnen we samengevat zeggen dat Albrecht aantoonde dat het proteïnepercentage van de plant binnen een enkele plantensoort afhankelijk de bodemvruchtbaarheid 25% of meer kan variëren; terwijl het gehalte in de plant aan vitale voedingsstoffen zoals calcium, magnesium en fosfor ook tot 300% boven of onder het gemiddelde kan liggen, gewoonlijk gekoppeld aan evenredige veranderingen van het proteïnepercentage erin.

Albrecht ontdekte ook hoe men met de grond kon omgaan teneinde er hoog voedingsrijk voedsel op te kunnen kweken. In hoofdstuk 8 ga ik dieper op Dr. Albrecht en deze interessante aspecten ervan in omdat de manier van hoe we organisch materiaal maken en

gebruiken veel te doen heeft met het resulterende voedingsstoffenniveau van het voedsel dat we kweken.

Indien we ons eens voorstellen wat er gebeurt als we compost zouden maken van gebrekkig materiaal zoals bijvoorbeeld een hoop de bestaat uit puur, vochtig zaagmeel. Dan gebeurt er maar heel weinig, en dan ook nog maar heel erg langzaam. De bomen lokaliseren het meeste van hun voedingsstoffen in hun bladeren om proteïne voor de fotosynthese te maken. Een klein gedeelte gaat naar het maken van de bast. Het hout zelf bestaat praktisch alleen maar uit cellulose, verkregen uit lucht en water. Als we indien we bomen laten groeien en wij alleen maar het hout er van verwijderen en de bladeren en bast laten liggen, dan zouden we vrijwel niets uit de bodem verwijderen. Als het zaagmeel van een zaagmolen komt zoals bijvoorbeeld van een meubelmakerij, dan kan dit wel ook wel een beetje bast bevatten, en zo ook een beetje andere essentiële voedingsstoffen.

Grondig vochtig gemaakt en op een hoop gegooid zal een zaagmeelhoop toch niet opwarmen, en maar enkele van de primaire decomposteerders zouden er in gaan wonen. Men zou 5 jaar kunnen wachten in het composteren van zulk puur vochtige zaagmeel, maar nog steeds zou er dan niets gebeurd zijn. Misschien is het daarom dat de woorden "compost" en "compot" in het Engels met elkaar in verband staan. In Engeland betekent "compot" een licht gefermenteerd mengsel dat bestaat uit meerdere ingrediënten zoals fruit. Als we het zaagmeel met ander materiaal zouden vermengen die een lagere C/N-verhouding zouden hebben, dan zou het wél decomposter, samen met de andere ingrediënten.

### Hoofdstuk 3

#### Compost maken in de praktijk.

Om compostmateriaal vlug te laten decomposter is er een langdurige hogere temperatuur nodig. Koude hopen zullen uiteindelijk ook wel decomposter en er zal zich eventueel ook wel humus vormen, maar zonder warmte kan het proces heel erg lang duren. Om de composthoop vlug op te warmen en warm te houden is er een juist mengsel van materialen nodig en een juiste omgang met de hoop, toevoer van lucht en vocht.

Composthopen kunnen enkele problemen hebben. De intense hitte en de biologische activiteit laten een hoop ineens zakken tot een luchtloze massa, alhoewel is het zo dat als men het composteren verder wil laten gaan, dat men de levende bewoners er in de mogelijkheid moet geven dat ze voldoende lucht krijgen om te ademen. Erg warme hopen zullen vlug uitdrogen, dus moeten ze vochtig gehouden worden anders stopt de werkzaamheid er van. Er

is warmte gewenst, terwijl het bewateren de hoop afkoelt. Als men dit begrijpt en er goed mee omgaat, dan zullen er maar weinig problemen zijn.

Composteren is gewoonlijk een geen overlast-bezorgende activiteit, maar als het niet correct wordt gedaan, dan kunnen zich problemen van stank en vliegen voordoen. Dit hoofdstuk zal aantonen hoe men stankvrije compost kan maken.

### **Het warm composteren.**

Het hoofdzakelijke verschil tussen het composteren in de composthopen met de natuurlijke compostering op de grondoppervlakte is de temperatuur. Op de bosgrond vergaan de bladeren langzaam zonder haast, en de primaire decomposeerders zijn de diertjes die er op de bosgrond rondlopen. De bacteriën en de ander micro-organismes zijn voor de secundaire werkzaamheden.

Maar in een composthoop gebeurt het tegenovergestelde. Daar ontstaat een krachtige fermentatie door middel van micro-organismes zoals bacteriën en schimmels. Zo zijn daar de bodemdiertjes secundair en sommigen daarvan komen dan pas op het toneel als de bacteriën hun feest hebben gevierd.

Onder behoorlijke omstandigheden met een relatieve onbeperkte voedselvoorziening verdubbelen de bacteriën, gisten en schimmels zich iedere 20-30 minuten in aantal, van 1 naar 2, van 4 naar 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096. etc. In nauwelijks 4 uur tijd vermenigvuldigt zich een cel zich tot meer dan 4000. In de drie verdere uren daarna zullen het 2 miljoen zijn.

Die consumeren de composthoop als zijnde hun voedsel. Bijna alle zuurstofademende organismen produceren energie door het verbranden van enigerlei vorm van organische materialen als brandstof, ongeveer net zoals de brandstof benzine in een auto. Alhoewel dit cellulaire verbranden dan wel niet op een zelfde krachtige manier gebeurt zoals in een auto, met vlammen en licht. De complexere organische moleculen van het levend materiaal wordt door de enzymen afgebroken tot eenvoudiger moleculen zoals suiker (en andere), om deze dan enzymatisch te verenigen met zuurstof. Maar hoe zacht dat de enzymatische verbranding zonder vlammen ook maar mag lijken, het is nog altijd een soort van verbranding. Deze microben kunnen zetmelen, cellulose, lignine, proteïnen, en vetten, zoals ook suikers "verbranden".

Geen motor loopt 100 % efficiënt, en zo verliezen ze alle warmte als ze lopen. Zo is dit ook bij planten of dieren die ook niet 100% van alle energie efficiënt kunnen benutten die uit hun voedsel komt, die stralen ook warmte af. Bij hard werken geeft al dat leeft meer warmte af, en bij rust minder. De eb en vloed van de warmteproductie komt overeen aan hun zuurstofopname, en dat weer aan hun lichamelijke en metabolische activiteiten en de mate van groei. Zelfs ook eencellige diertjes zoals bacteriën en schimmels ademen zuurstof in en geven warmte af.

In de dunne bladerenlaag van de bosgrond werken de bodemdierpjes en micro-organismen die ook warmte opwekken, maar die ontsnapt daar weer uit zonder enigerlei toename in temperatuur te veroorzaken. Alhoewel is het zo dat de decomposeerbare materialen niet makkelijk warmte afgeven. In de taal van de architectuur en huizenbouw zou men kunnen zeggen dat ze een hoge isolatie-waarde hebben. Als een grote hoeveelheid decomposeerbaar materiaal op een hoop wordt gegooid, dan wordt de biologische warmte binnen in de hoop gehouden en de temperatuur gaat omhoog, zodat de snelheid van de decompostering verder toeneemt.

De snelheid waarmee alles wat leeft zijn activiteiten uitvoert, is afhankelijk van de temperatuur. Alleen vogels en zoogdieren zijn warmbloedig en in staat om de snelheid van hun metabolisme constant te houden door hun lichaamstemperatuur constant te kunnen houden. De meeste bodemdierpjes en alle micro-organismen zijn echter niet in staat om hun lichaamstemperatuur te regelen; en als ze het koud hebben dan worden ze langzaam en passief, als ze het warm hebben dan worden ze actief. Omdat de composthoop door koudbloedige bodemdierpjes en micro-organismen wordt aangedreven is het zo, dat hoe warmer de composthoop wordt, hoe vlugger dat die composteert.

Dit belangrijke verband tussen temperatuur en biologische activiteit verloopt ook zo bij organische chemische reacties in een reageerbuis, de houdbaarheid van tuinzaad, de tijd die het nodig heeft om te kiemen, en het bewaren van voedsel in de ijskast. Bij de temperatuur van bevroren water worden alle levende processen nagenoeg of geheel tot staan gebracht. Daardoor komt het dat het invriezen voorkomt dat voedsel door de normale enzymatische composteringsprocessen gaat, die wij "bederf" noemen.

Rond het moment dat de temperatuur is toegenomen tot op ca. 10 graden C. beginnen de lichaamsprocessen van de meeste levende diertjes goed te functioneren. Vanaf deze temperatuur verdubbelen zich de snelheid van de organische chemische reacties dan ongeveer met elke 10 graden oplopende temperatuur. Dus bij 20 graden decompostering is de werkende omzetting capaciteit 2 x zo groot als bij 10 graden, terwijl die bij 30 graden 4 x zo vlug verloopt als bij 10 graden, en zo verder. Alhoewel is het zo dat als de temperatuur op 65 graden uit komt, de lichaamschemische processen niet noodzakelijk 32 x zo vlug zullen verlopen als in verhouding tot 10 graden C., omdat vele reacties bij levende wezentjes in werkzaamheid afnemen bij temperaturen die boven de 44 graden C. liggen. Deze bovenstaande rekensommetjes zijn heel eenvoudig gemaakt en de getallen die ik heb gebruikt om het proces weer te geven zijn min of meer inaccuraat, alhoewel de principes van de voortgang op zich correct zijn. Je moet begrijpen dat anorganische chemische processen zich onbeperkt vermenigvuldigen bij de toename van de temperatuur, maar dat de processen die door levende wezentjes verricht worden gewoonlijk een veel lagere bovenste grens van de temperatuur hebben. Bij een bepaalde temperatuur stopt het leven. Zelfs de meeste hoge warmte verdragende bodemdierpjes zullen dood gaan of de composthoop verlaten als de temperatuur boven de 50 graden uitkomt, en laten zo het materiaal verder in handen over van de micro-organismen.

De meeste micro-organismen kunnen echter ook weer geen temperaturen verdragen die ver boven de 55 graden C. uitkomen. Als het binnenste deel van de composthoop zich opwarmt boven deze grens, dan vormen ze oftewel sporen terwijl ze wachten tot alles afkoelt, of ze gaan dood. Veel levende wezentjes zullen in de koele buitenste lagen van de hoop wachten tot ze de hoop wederom kunnen bewonen als eens weer alles afgekoeld is. Alhoewel zijn er ook unieke bacteriën en schimmels die alleen goed kunnen functioneren als de temperatuur boven de 45 graden C. uitkomt. Bodemwetenschappers en andere academici die soms hun status willen bevestigen hoe goed ze de gemiddelde persoon onder de tafel kunnen praten door middel van het gebruik van moeilijke woorden voor simpele dingen, noemen deze soorten organismen *thermophiles*, dit is een Latijns woord dat gewoon "warmteliefhebbers" betekent.

Composthoppen kunnen opmerkelijk heet worden. Omdat de thermofylische micro-organismen en schimmels juist ook die warmte opwekken die ze nodig hebben om hun activiteiten te laten toenemen, en omdat de omgevingstemperatuur de hitte ook nog meer laat toenemen, wordt de ultieme grens bereikt als de composthoop zo warm wordt dat de thermofylische organismen beginnen te sterven. Er zijn composthoppen die zo boven de 75 graden C. uitkomen. Je kunt er van uit gaan dat de hoppen die je zelf maakt boven de ca. 55 graden worden, en er niet verwonderd over hoeft te zijn als ze ca. 60 graden C. worden.

Andere soorten decomposterende organische materialen kunnen zelfs nog warmer worden. Zo kunnen bijvoorbeeld hooistengels gewoonlijk vlam vatten omdat hooi een goed isolerend materiaal is. Als de hooimijten midden in voldoende vochtig zijn om een vlugge bacteriële decompositie op te wekken, dan kan de opgewekte hitte dusdanig toenemen tot de drogere buitenkant begint te roken en vervolgens zelfs gaat branden. Verstandige boeren overtuigen zich er goed van dat het hooi goed droog is voordat ze er mijten of balen van maken.

De mate hoe warm de hoop kan worden is afhankelijk van een aantal factoren en hoe men daarmee omgaat, en die zijn zo belangrijk dat ze wat beter bekeken moeten worden.

**De afmetingen van het materiaal:** De micro-organismen zijn niet in staat om het voedsel te kauwen of mechanisch te verwerken. De primaire methode van het eten er van is, door het organische materiaal met verteringsenzymen te bewerken en te verteren. Sommige eencellige diertjes kunnen het materiaal omsluiten en zo enkele deeltjes er van inslikken. Als het materiaal dan eens in de cel zit kan het dan verder verwerkt worden door de overeenkomstige verteringsenzymen.

Omdat verteringsenzymen alleen het buitenste deel, het oppervlakte bewerken, is het zo dat hoe groter de oppervlakte van het composteringsmateriaal is, hoe vlugger dat de micro-organismen zich vermenigvuldigen om het voedsel te consumeren, en hoe meer warmte dat er wordt opgewekt. Als de afmetingen van de deeltjes kleiner worden, dan vermeerdert zich de grootte van het oppervlakte net zo snel als in het voorbeeld dat enkele alinea's terug werd gebruikt om de vermenigvuldiging van de micro-organismen te illustreren.



De oppervlakte van de deeltjes van de verschillende soorten grond beïnvloeden de plantengroei evenzo, zo hebben wetenschappers zorgvuldig de grootte van de oppervlakte uitgerekend. Alhoewel composthopen van veel grotere deeltjes worden gemaakt dan die van de grond, is het verband tussen de grootte van de deeltjes en de grootte van het oppervlakte hetzelfde. Het is duidelijk, dat een klein verschil in de grootte van de deeltjes de hoeveelheid oppervlakte honderden malen kan veranderen, en dat het reduceren van de afmetingen van het materiaal in de composthoop zal resulteren in:

- Een toename van contact van het materiaal aan de verteringsenzymen.
- Een veel snellere decompostering.
- Veel hogere temperaturen

**De zuurstofvoorziening:** Alle wenselijke organismen van de decompostering zijn zuurstofverbruikers oftewel van "aerobische aard".

Er moet door de hele hoop heen een adequate uitwisseling van lucht plaatsvinden om aan hun vereiste tegemoet te komen. Als de luchtvoorziening stopt, dan gaan de aerobische micro-organismen dood, en worden die vervangen door an-aerobische organismen. Deze functioneren niet op de verbranding van koolhydraten, maar verkrijgen hun energie uit andere soorten chemische processen die geen zuurstof vereisen. An-aerobische processen verlopen heel langzaam en wekken niet veel warmte op. Dus, een composthoop die plotseling afkoelt geeft duidelijk aan dat de binnenkant te weinig lucht had. De primaire niet-hinderlijk ruikende stoffen in afvalproducten van de aerobische organismen zijn water en koolzuur.

Als de meeste mensen aan verrotting denken, dan denken ze gewoonlijk aan decompostering door an-aerobische bacteriën. Bij onvoldoende zuurstof, worden er vies ruikende materialen gecreëerd, en in plaats dat er humus wordt gevormd ontwikkelen zich zwarte teerachtige substanties die minder nuttig zijn in de grond. Onder luchtarme omstandigheden gaat er ook veel nitraat verloren. De kwalijk ruikende afval van an-aerobische organismen bestaat ook uit waterstofsulfide (stinkt naar verrotte eieren) zoals ook uit andere toxische substanties met erg onplezierige eigenschappen.

Hopen die opgebouwd werden uit overwegend grove, sterke, onregelmatige materialen, hebben vaak grote ruimtes er tussen in waardoor de luchtdoorstroming bevorderd wordt en zo een grotere aerobische werking. De warmte die er in de composthoop wordt opgewekt, veroorzaakt dat er hete lucht opstijgt in het midden van de composthoop en de hoop via uitstroming verlaat. Dit leidt automatisch tot een voorziening van verse koele lucht, maar hopen die uitsluitend uit grove deeltjes werden gebouwd die niet alleen maar weinig oppervlakte voor de micro-organismen bieden, laten zo te veel luchtstroming toe zodat ze te vlug afkoelen. Dit is een reden er voor dat een vochtige brandhoutstapel niet warm wordt. Van de andere kant is het ook weer zo dat hopen die gebouwd werden van te klein of zelfs fijn gemalen materialen of uit zachte vochtige materialen de neiging hebben om compact op elkaar te gaan zitten waardoor de uitwisseling van lucht stopt en de aerobische compostering dus ook. In zulk een luchtloze hoop nemen de anaerobische organismen het werk dan over.

### De oppervlakte van 1 gram bodemdeeltjes.

Soort van de deeltjes	Diameter van de deeltjes in mm.	Aantal deeltjes Per gram	Oppervlakte per vierkante cm.
Erg grof zand	2.00 - 1.00	90	11
Grof zand	1.00 - 0.50	720	23
Middelgrof zand	0.50 - 0.25	5.700	45
Fijn zand	0.25 - 0.10	46.000	91
Zeer fijn zand	0.10 - 0.05	772.000	227
Slib	0.05 - 0.002	5.776.000	454

De meeste mensen die een composthoop opzetten gebruiken verschillende methodes om de luchtdoorstroming er in te behouden. De meest gebruikte is om een aantal ruwe harde materialen er door heen te mengen die de structuur los maken, terwijl er ook zacht flexibel materiaal er in gemengd wordt om de open ruimtes te vullen. Maar toch, zelfs als de hoop nog zo goed is opgebouwd om lucht door te laten is het nog zo dat als de materialen gaan decompositeren dat ze dan zacht worden, en zo alles toch tot een luchtloze massa opeen gaat zitten.

Het op bepaalde tijden enkele malen met een hooivork er naast omscheppen van de hoop zal er een lossere structuur er van maken en een tijd lang de tussenruimtes met verse lucht vullen. Omdat de buitenste lagen van de composthoop overwegend uitdrogen en zo niet composteren, verplaatst het omscheppen van de hoop ook de niet-gerotte buitenlaag naar de binnenkant, die dan zo met meer gedecomposeerd materiaal gemengd wordt dat uit het binnenste van de oorspronkelijke hoop afkomstig is. Een hoop die is afgekoeld omdat die anaerobische geworden is kan vlug weer aerobisch gemaakt worden door die om te scheppen.

Composthopen kunnen ook opgebouwd worden op een "fundament" of basislaag van kleinere takken, kleinere boomsnoeisels en droog borstelachtig materiaal. Deze poreuze basislaag zal dan de instroming van lucht van onder de hoop verhogen.

Een andere goede doorluchtingstechniek is door de hoop op een laag platform van latten, balkjes, stammetjes of zoiets op te bouwen.

Grotere hopen kunnen met luchtkanalen er in gebouwd worden net zoals de luchtkokers en het gangenstelsel in grote gebouwen. Tijdens het bouwen van de hoop kunnen er dan verticale hardhouten schuttingpalen van 10 bij 10 cm of grote plasticen pijpen er in gezet worden met op afstanden van rond de ca. iedere meter lengte er van vele gaten er in van ca. 6 millimeter doorsnee.

Als eens de hoop opgezet is en begint op te warmen, dan worden de houten schuttingpalen met een cirkelvormige beweging losgemaakt en dan er uit getrokken om zo van boven tot beneden een min of meer conische luchtgang te maken. Met hulp van deze luchtwegen wordt

geen deel van de hoop meer dan enkele decimeters van zuurstof verstoken. Plastieken pijpen met gaten er in kunnen in de hoop gelaten worden.

**Vocht:** Een droge composthoop is een koude composthoop. Er leven micro-organismen in de dunne laagjes water die er aan het materiaal kleven, waar schimmels alleen in vochtige omstandigheden kunnen groeien. Als de hoop droog wordt, dan gaan zowel de bacteriën als de schimmels dood. Het opstijgen van warme lucht door de hoop heen en die er uit komt, laat de hoop vlug uitdrogen. Het is gewoonlijk noodzakelijk om af en toe wat water aan de heet werkende hoop toe te voegen. Jammer genoeg is het vochtig maken van de hoop niet altijd eenvoudig. De aard van de materialen laat het water dat er op geschud wordt overwegend er van af lopen zoals het dak van een huis.

Omdat een composthoop de eigenschap heeft om tegelijkertijd compact als ook droog te worden, kan die bij het omscheppen meteen ook weer vochtig gemaakt worden. Als ik een hoop omschep dan maak ik altijd kleine pauzes en schud dan bij iedere laag wat water over de hoop. Twee of drie van zulke omzettingen en bewateringen zullen resulteren in een goed doorwerkte compost.

Het andere uiterste kan echter ook weer een belemmering zijn om te composteren. Het al te nat maken van de hoop kan er in resulteren dat de zachte materialen hun krachten verliezen. De hoop wordt dan een koude luchtloze massa. Als men grote hoeveelheden water over een hoop schudt, kan dit ook een uitloggen van de vitale voedingsstoffen veroorzaken die de decomposteringsorganismen voeden die later de tuin voeden. Ik bedek mijn hopen van november tot maart met een plastic zeil om ze te beschermen tegen het klimaat van de winter in Oregon.

Men krijgt al vlug een intuïtief gevoel er voor hoeveel vocht men op een hoop moet doen. Beginners kunnen het vochtgehalte van het materiaal min of meer zelf bepalen door een handvol materiaal flink uit te persen. Dit zou dan erg vochtig moeten aanvoelen, alhoewel maar enkele druppels vocht er uit mogen komen. Industriële composteerders die een wetenschappelijke leidraad kunnen betalen om hun activiteiten te optimaliseren, proberen een door laboratoria gemeten vochtgehalte van 50 - 60 % aan gewicht te verkrijgen en te behouden. Houdt bij het bouwen van een composthoop in gedachten dat bepaalde materialen zoals vers grasmaaisel en groenteresten reeds 90% vocht bevatten, terwijl droge componenten zoals zaagmeel en stro maar 10% kunnen bevatten en ook weerstand er tegen hebben om water te absorberen. Maar door het grondig mengen van vochtige en droge materialen, zal het algehele vochtgehalte zich al vlug gelijkmatig verdelen.

**De afmetingen van de composthoop:** Het is moeilijker om een klein object warm te houden dan een groot. Dit komt omdat de verhouding van oppervlakte tot volume zich vermindert als het volume zich vergroot. Egaal hoe goed men de thermophylis stimuleert, het blijft altijd moeilijk om een kleine hoop op te warmen die kleiner is dan 90 cm hoog en 90 cm breed. Bovendien warmt een kleine hoop zich meestal ook maar kort op en koelt vervolgens weer vlug af. Grotere hopen warmen zich vlugger op en blijven lang genoeg warm om alles te

decomposteren. De meeste mensen zien een hoop van 120 bij 120 cm als de praktische minimum afmeting. Mensen die op het land wonen en ook industriële composteerders bouwen hopen van 3 meter breed en 2.10 hoog, en zo lang als dat ze maar willen.

Maar zelfs al heb je ook nog zo veel materiaal, dan is er nog steeds een grens aan de afmetingen van de hoop, en die begrenzende factor is de luchtvoorziening. Hoe groter de composthoop is, hoe moeilijker het is om er zuurstof middenin te krijgen. Industriële composteerders hebben sterke machines om alles gelijkmatig te mengen en water er op te spuiten, en om op mechanisch wijze zuurstof er in te brengen en zo een grote hoop iedere paar dagen wederom te bevochtigen. Zelfs de slecht gefinancierde grotere composteersystemen hebben machines met een voorzetstuk er op waarmee alles vaker om gezet wordt. De meest praktische afmeting bij ons thuis is in feite 1.80 - 2.10 m. breed aan de grond, en (in het begin) 1.50 hoog (deze zal al snel 30 cm slinken als de hoop eens opwarmt).

Ondanks dat we de hoop liefst zo groot mogelijk willen maken, en het grootste probleem dat we daar bij hebben is dat we een zo groot mogelijke luchtdoorstroming kunnen bewerkstelligen, is het maar zelden zo dat de thuiscomposteerder voldoende materialen bij de hand heeft om zulk een grote hoop in één keer op te bouwen. Eén enkele hoeveelheid grasveldmaaisel voorziet niet in zo veel materiaal. Mijn keukenemmer is groter en vult zich vlugger dan iets anders: een tiental liter per week - - buiten augustus als we jam en sap maken, en groenten inmaken. Tuinkruiden worden maar eens in de zoveel tijd in kruiwagenhoeveelheden verzameld, en bladeren in het seizoen als ze afvallen. In het Oosten wordt het jaarlijkse schoonmaken van de groentetuin na de eerste vorst in het najaar gedaan. Zo wordt het onvermijdelijk dat je de hoop langzaam aan in lagen zult opbouwen.

Dit is waarschijnlijk ook de reden er voor dat de meeste tuinboeken composthopen afbeelden als een taart, alsof ze uit lagen bestaan: een basislaag met borstelachtig materiaal, twijgen en ander grof materiaal, om zo de lucht naar binnen te laten komen, en vervolgens de dunne lagen van grassnoeisel, bladeren, kruiden, afval, weer gras, onkruid, afval, en een beetje grond er over, en dit zo verder tot de hoop 1.50 hoog is. Het kan zo maandenlang duren om op deze manier een composthoop op te bouwen, omdat het opwarmen en decomposteren al begint voordat de hoop klaar is, en de hoop tijdens het bouwen al afneemt in afmeting. Als men de hoop zo stap voor stap opbouwt, dan raad ik verschillende manieren aan.

Houdt een hoop ruw droog plantaardig materiaal naast de aankomende composthoop apart. Zo vlug als er keukenafval, grassnoeisel, verse mest of andere natte materialen beschikbaar komen, dan kunnen die bedekt of gemengd worden met dit droge materiaal. De nattere groenere delen zullen het drogere plantaardige materiaal herbevochtigen en bevatten gewoonlijk meer stikstof zodat ze de hoge koolstof van dit droge gras, onkruid en hooi in evenwicht brengen.

Als het bouwen van de hoop meerdere maanden in beslag nam, zal het onderste middengedeelte waarschijnlijk goed op weg zijn om compost te worden, en een groot deel van de hoop kan reeds uitgedroogd zijn tegen de tijd, dat die volledig gevormd is. Dus zal het al kort na het opbouwen er van de beste tijd zijn om het eerste omscheppen en herbevochtigen van een langdurig gebouwde hoop uit te voeren.

In plaats van een soort van taart die uit lagen bestaat in gedachten te houden, zul je er beter mee af zijn door het composteren te vergelijken met het maken van brood uit een mengsel van bloem, gist, water, melasse, zonnebloempitten, en olie; daar liggen namelijk ook geen lagen in, ze worden grondig gemengd, en vervolgens gekneet zodat de gist op het andere materiaal kan inwerken en een wonderbaarlijke samenstelling naar voren brengt die we 'deeg' noemen.

**De koolstof-stikstof verhouding.** De C/N-verhouding is het meest belangrijke aspect dat zowel de mogelijkheid van de hoop regelt om op te warmen, als ook de kwaliteit van de compost die daar uit voortkomt. Composthoppen die primair uit materialen bestaan met een hoge koolstof tot stikstofverhouding worden niet erg warm en blijven ook niet lang warm genoeg. Composthoppen die gemaakt worden van materialen met een te lage C/N-verhouding worden te warm, verliezen een groot deel van de stikstof, en kunnen "uitbranden".

Het composteringsproces werkt in het algemeen het beste als de composthoop begint met een C/N-verhouding van 25:1. Als de hoop grotendeels bestaat uit zaagmeel, stro, of hard houtachtig hooi, dan is het moeilijk om de C/N-verhouding met alleen maar grassnoeisels en keukenafval te verlagen.

Hopen die opgebouwd werden uit hoofdzakelijk hoog C/N-materiaal hebben grote toevoegingen van krachtige meststoffen en hoog geconcentreerde organische stikstofbronnen nodig zoals zadenmeel of slachthuisconcentraten. Het volgende hoofdstuk zal de eigenschappen van deze composteermaterialen in detail beschrijven.

Ik schreef al eerder dat het erg dom zou zijn om dit boek met tabellen op te vullen die de zogenaamde hoeveelheden van C/N -verhouding van de compostabele materialen zouden aangeven. Het zou zelfs nog meer verspilling van energie zijn om de verhouding van koolstof tot stikstof te gaan berekenen die resulteert uit enigerlei mengsel van materialen. Voor diegenen die toch geïnteresseerd zijn, voorziet de tabel onderstaand een illustratie er van hoe dit zou kunnen worden gedaan.

#### Het in evenwicht brengen van de C/N-verhouding.

Onderstaand volgt een eenvoudige rekenkundige methode die aangeeft hoe men de koolstof tot stikstofverhouding in evenwicht kan brengen:

**VRAAG:** Ik heb 100 kilo stro met een C/N-verhouding van 66:1. Hoe veel verse kippenmest (C/N van 8:1) moet ik er dan aan toevoegen om het totaal op een gemiddelde van 25:1 te brengen.

**ANTWOORD:** Er zit reeds 1 kilo stikstof in elke 66 kilo stro, dus zit er al ca. 1,5 kilo stikstof (N) in 100 kilo stro. 100 pond strocompost van 25:1 zou 4 kilo stikstof moeten bevatten, dus is het noodzakelijk om nog ca. 2,5 kilo stikstof (N) er aan toe te voegen. Acht kilo verse kippenmest bevat 1 kilo N, 16 kilo bevat dus 2. Dus, als ik 32 kilo kippenmest aan 100 kilo stro toevoeg, dan zal ik in totaal 132 kilo materiaal verkrijgen dat ca. 5,5 kilo N heeft, dat m.a.w. een C/N-verhouding van 132: 5,5 heeft, oftewel 24 : 1.

Het is echter veel beter om uit ervaring te leren, en de proporties van de materialen die er in de hoop gaan aan de hand van het resultaat er van in te schatten. Als de hoop echt goed warm wordt en zo enkele weken lang blijft voordat die langzaam afkoelt, dan was de C/N-verhouding min of meer juist. Als echter het materiaal na enkele malen omscheppen nog niet grondig was gecomposteerd, dan lag de C/N-verhouding in het begin van de decompostering zekerlijk te hoog. De woorden "grondig gecomposteerd" betekenen dat er geen herkenbaar materiaal van het oorspronkelijke materiaal meer over is, en de compost bruin tot zwart is, kruimelig, zoet ruikt en heel belangrijk, *dat als die in de grond wordt ingewerkt, dat die een echte opmerkelijke groeirespons bewerkstelligt.*

Als de hoop in het begin niet erg opwarmde of de fase van het warm blijven maar erg kort was, dan zat er waarschijnlijk te weinig stikstof in. De oplossing voor een stikstofarme hoop is om die om te scheppen en tegelijkertijd meer voedingsrijke materialen er door te mengen en waarschijnlijk ook een beetje water. Na enkele hopen gemaakt te hebben, zullen de nieuwe composteerdere hetzelfde gevoel voor hun materiaal krijgen zoals de bakker voor zijn bloem en gist en andere grondstoffen heeft.

Het is echter ook mogelijk om het tegenovergestelde te doen en een hoop te maken die een te veel stikstof heeft. Deze hoop zal erg snel warm worden, en wel zo warm als dat de bacteriële populatie dat leveren kan, en zal het vochtgehalte erg snel verliezen, en die zal ook erg naar ammoniak zal stinken wat aangeeft dat waardevol vervaardigd stikstof ontsnapt in de lucht. Als proteïnes hun stikstofgehalte decomposter, dan komt dit normaal als ammoniakgas vrij. De meeste mensen hebben wel eens een kleine hoop lentegrasmaaisel geroken die dit ook had. Ammoniak wordt altijd gevormd als proteïnes decomposter, in ieder hoop en bij iedere C/N-verhouding. Maar in een op juiste manier opgezette composthoop kan deze waardevolle stikstofbron niet ontsnappen.

Er zijn ook andere bacteriën en die gewoonlijk worden aangetroffen in de bodem. Die nemen ammoniakgas op en veranderen het in nitraten die de planten en het bodemleven nodig hebben om andere proteïnes aan te maken. Deze nitrificerende micro-organismen functioneren erg efficiënt bij redelijke temperaturen, maar kunnen niet de extreem hoge temperaturen overleven die een echt hete hoop kan bereiken. Ze leven ook alleen maar in aarde. Dat is ook de reden waarom het erg belangrijk is om er zeker van te zijn dat 10% van een composthoop uit aarde bestaat en om de buitenkant van een hoop te bedekken met flink wat aarde die de dampen binnen houdt. Er is ook een ander aspect van aarde dat helpt om het ammoniakverlies te voorkomen. Klei is in staat om tijdelijk ammoniak aan te trekken en vast

te houden totdat deze wordt genitrificeerd door de micro-organismen. De meeste aarde van de bodem bevat veel klei.

Het wijd en verspreid voorkomen van klei en ammoniakvervaardigende bacteriën in alle bodems geeft de industriële boeren de mogelijkheid om de gasvormige ammoniak direct in de aarde te brengen waar die direct geheel veranderd wordt in nitraten. Een erg hete hoop waaruit ammoniak vrij komt kan te weinig aarde bevatten, maar het is waarschijnlijker dat die ook zo heet is geworden dat de nitrificerende bacteriën er in omgekomen zijn. Vrijkomende ammoniak is niet alleen een hinderlijke stank maar op deze manier gaat er ook waardevolle vruchtbaarheid verloren in de lucht.

**Het weer en het klimaat:** Je kunt op verschillende manieren de afkoelende weersinvloeden van de composthoop vandaan houden. De wind verlaagt zowel de temperatuur als dat die ook de hoop laat uitdrogen. Maak dus indien mogelijk de compost op een beschutte plek. Zware koude regens kunnen de hoop afkoelen en doorweekt laten worden. Het composteren onder een dak zal ook de hete zon er van weghouden zodat die in de zomer niet ook het vocht er uit laat verdampen. Het gebruik van vaten of andere composteerstructuren kunnen de warmte en vocht vasthouden die anders verloren zouden gaan via de buitenkant van de onbeschermden hoop.

Het is veel makkelijker om een hoge binnentemperatuur van de hoop te behouden als het weer warm is. Tijdens een noordelijke winter kan het niet makkelijk zijn om warme composthoopen te maken dus kan men in bepaalde delen van het land niet te veel verwachten van een composthoop die gemaakt werd van het tuinmateriaal in de herfst. De hoop bladeren en vlak voor de bodemvorst opgeruimde tuinplanten zullen de lente moeten afwachten om daar op te dooien om dan gemengd te worden met krachtig lentegrassnoeisels en ander stikstofrijk materiaal teneinde het composteerproces te kunnen opwarmen en te kunnen voleindigen. Wat we met de keukenafval tijdens de winter in het vriezende Noorden kunnen doen is ook interessant en leidt serieuze recyclers er toe om te gaan vermi-composter (zie hoofdstuk 6).

In zuidelijke gebieden moet de hoop eventueel tegen oververhitting worden beschermd door deze kleiner van afmetingen te maken of in ieder geval minder hoog. In hoofdstuk 9 wordt zeer gedetailleerd beschreven hoe Sir Albert Howard met de problemen van de hoge luchttemperatuur omging toen hij in India compost maakte.

### **De bemestingswaarde van compost.**

Het is bijna niet mogelijk om je zo op papier te vertellen hoe goed je zelf thuisgemaakte compost je planten zal bemesten. Net als zelf gebrouwd bier en zelf gebakken brood, kun je er zeker van zijn dat je compost minstens hetzelfde of nog beter zal zijn dan bijna ieder ander commercieel gefabriceerd product en zekerlijk een betere vruchtbaar makende meststof zal zijn dan het hoog koolstofhoudende resultaat van de gemeentelijke afvalcompostering. Maar, hoe goed of slecht kan compost eigenlijk zijn?

Iedere compost is een "sociaal product" omdat die energie en ruimte bespaart op het gemeentelijk stort en omdat het de voedingsstoffen en ander materiaal in de grond terug brengt, egaal of die nu voor grasvelden, bloemperken of groentetuinen wordt gebruikt. Vergeleken met de meststof die je daar voor in de plaats zou hebben gekocht zal iedere zelf gemaakte compost ook een financieel voordeel zijn, of je zou al dure gemotoriseerde apparatuur moeten aanschaffen terwijl je maar een klein beetje zou gebruiken.

Het maken van compost is ook lichamelijk gezien een goede bezigheid. Het composteren krijgt je voor enkele uren per jaar de deur uit om daar wat met een mestvork te werken. Zo doe je mee aan een natuurlijke cyclus, namelijk de eindeloze cyclus van koolstof van uit de lucht naar organisch materiaal in de vorm van planten, naar de dieren, en tenslotte alles weer terug naar de grond. Je kunt de wonderbaarlijke toename van de gezondheid van de planten en bodem zien die optreedt als je deze cyclus van koolstof op het land intensiveert en verrijkt.

Zo is iedere compost wel een goede compost, maar zal die dan ook een goede meststof zijn? Het antwoordt op die vraag is wel moeilijk omdat die afhankelijk is van vele factoren. De groeirespons die je uit compost krijgt is er van afhankelijk van wat er in de hoop gebruikt werd, hoeveel stikstofnitraat er als ammoniak verloren ging tijdens de decompostering, in hoeverre dat de decompostering volledig kon voortgaan, en hoeveel stikstofnitraat er gevormd werd door de bacteriën.

De groeirespons van compost is ook afhankelijk van de bodemtemperatuur. Net zoals ieder ander biologische proces laten de voedingsstoffen in de compost de plant alleen GROEIEN als ze decomposteren in de grond en daar uit vrij komen. Daar waar de zomer erg warm is en waar de gemiddelde temperatuur van dag en nacht hoog ligt, en waar de bodemtemperatuur in het grootste deel van het seizoen 25 graden Celsius bereikt, daar rot het organische materiaal echt vlug en een beetje compost van middelmatige kwaliteit veroorzaakt reeds een geweldige toename in plantengroei. Daar waar de zomer koel is en de organische materialen maar langzaam decomposteren, hebben slechtere kwaliteiten compost maar weinig direct effect, of erger nog kunnen ze tijdelijk interfereren met de plantengroei. Een warmere bodem is waarschijnlijk meer verstoken van organisch materiaal en kan een opmerkelijke groeirespons geven op zelfs maar slechte kwaliteit compost; de bodem in koele klimaten bevat van nature uit meer humus, en vereist bewerkt te worden met krachtigere materialen als grotere hoeveelheden voedingsstoffen daar uit zouden moeten vrijkomen.

Compost heeft ook de reputatie dat die enorme verbetering van de bewerkbaarheid van de grond teweeg kan brengen. Dit aspect van het tuinieren is zo belangrijk en wordt veelal verkeerd begrepen, dit vooral ook onder biologische tuiniers. Daarom gaat het grootste deel van hoofdstuk 7 over de rol van humus in de grond.



## Het laten GROEIen van de plant.

Een van de dingen die ik het leukste van het tuinieren vind, is het laten GROEIen van mijn planten. Maar ondanks dat het geen probleem is om een enorme peterselieplant te verkrijgen of om de maïs 30 cm. hoger te maken, laat ik niet gewoon alles groter GROEIen. Het gewoonweg alles groter te maken zou ook niet resulteren in een maximaal hogere voedingswaarde. Maar ik doe het soms wel eens gewoon voor de aardigheid.

Wat te denken van een pompoen van 45 kilo ? Of een savoyekool van 9 kilo ? Of een bloemkool van 40 cm doorsnede ? Of een biet van 20 cm diameter ? Wel, dat is GROEIen !

Wel, hier is de methode. Verwijder simpelweg zo veel groeibelemmers als maar mogelijk en observeer hoe de eigen krachten van de plant het overnemen. Een van de beste voorbeelden van hoe dit werkte die ik ooit zag was in het tuinhuisje van m'n buurman. Deze gepensioneerde smid hield van likeur. Toen hij meer tijd als geld over had en maar weinig respect voor legale absurditeiten, maakte hij zich een kleine roestvrij stalen pot en liet daarin zijn eigen mengsel fermenteren, en maakte zo een sterke kater veroorzakende whisky uit graan en suikerriet. Om het mengsel snel te laten fermenteren, liet hij dit in het tuinhuisje staan. Uit dit borrelende brouwsel kwam erg veel CO<sub>2</sub> vrij.

De rest van zijn tuinhuisje stond vol met groene planten die in september rijk bloeiden. De meeste daarvan waren 1.20 - 1.50 m. groot maar die planten die aan het eind van zijn huisje stonden waar het mengsel borrelde, die waren 2.10 m. hoog en stonden dubbel zo vol. Hoe kwam dit nu ? Omdat de normale hoeveelheid CO<sub>2</sub> in de lucht de plantengroei eigenlijk eerder belemmert.

Maar buitenshuis kunnen we de CO<sub>2</sub>-toevoer niet verhogen. Maar we kunnen wel de bodem tot 45 tot 60 cm diep los maken (of zelfs nog meer voor diep wortelende soorten) in een gebied dat zo groot is als het wortelsysteem van de plant zich waarschijnlijk zou gaan vertakken tijdens het hele groeiseizoen. Ik heb enkele GROEI-bevorderende grondgaten gezien van 1.20 m diep en 1.50 m voor de iedere individuele plant apart. We kunnen goed uitgewerkte, krachtige compost gebruiken om het humusgehalte van de grond te verhogen, en dat supplementeren met een mestoplossing of vloeibare meststof om in al de voedingsstoffen te voorzien die de plant mogelijk zou kunnen gebruiken. We kunnen echter maar één plant in de ruimte van één gat plaatsen zodat we er zeker van kunnen zijn dat er absoluut geen onderlinge wedstrijd in ontstaat voor licht, water of voedingsstoffen. We kunnen de grond altijd vochtig houden. Door de plant voor een witte muur te plaatsen kunnen we de lichtsterkte verhogen en misschien ook de nachtelijke temperaturen (planten maken overdag voedsel en gebruiken dat om s'nachts van te groeien).

De verbeteringen van de grondstructuur is grotendeels afhankelijk van de grondsoort. Zandige, lemen bodems blijven van nature open en behouden een goede bewerkbaarheid met verrassend kleine hoeveelheden organische materialen. Honderd tot honderdvijftig kilo (aan drooggewicht) per jaar voor 350 vierkante meter per jaar zal bodems met een grove structuur in een wonderbaarlijke goede conditie houden. Deze kleine hoeveelheid humus is

ook voldoende om de ontwikkeling van een weelderige bodemecologie te laten ontwikkelen die de natuurlijke gezondheid voor planten schept.

Bodems met een hoog slibgehalte, vooral die met een hoog kleigehalte, neigen er toe om compacter te zijn, en als ze laag in humusgehalte liggen dan zullen ze een harde korst krijgen, en als het hard regent zullen er plassen water op blijven liggen. Zulke bodems mogen wel een beetje meer compost krijgen, misschien in het bereik van 150 - 250 kilo per 300 vierkante meter per jaar.

Aan de andere kant zijn kleibodems zwaar en maar weinig luchtdoorlatend, ze worden makkelijk compact, gaan dan dichtzitten, worden moeilijk te bewerken en bewerkbaar te houden. De mechanische eigenschappen van kleibodems hebben er veel voordeel van om organisch materiaal te krijgen dat enkele malen groter is dan wat de grotere deeltjes nodig hebben en waar uit de bodems zijn samengesteld. Als men adequaat organisch materiaal geeft dan kan zelfs een zware kleibodem zich gaan gedragen zoals een rijke leembodem dat doet.

Misschien is het je opgevallen dat ik het nog altijd vermeden heb om de vraag "Hoe goed is je compost?" te beantwoorden. Laten we allereerst eens kijken naar de laboratoriumanalyses van de vele soorten compost m.b.t. de materialen waaruit die zijn gemaakt, en tot de groeieresultaten die men daar uit kan verkrijgen. Ik verontschuldig me er echter voor dat ik ondanks behoorlijk onderzoek niet in staat was om meer gedetailleerdere analyses van andere composteeractiviteiten te vinden, maar de gegevens die ik heb zijn voldoende om tevreden te zijn met het spectrum van mogelijkheden.

Bedenk dat als men planten wil laten GROEIen, dat de GFT-compost de laagste kwaliteit heeft die ik ken. Die wordt gewoonlijk gebruikt om als mulchlaag over de bodemoppervlakte uit te spreiden. De ingrediënten die de gemeentelijke compostmakers moeten verwerken bestaan uit een mengsel van alle soorten organische stadsafval dat er maar zijn; zoals papier, keukenafval, bladeren, grassnoeisel, commercieel organisch afval uit restaurants, afval uit de inblikindustrie, etc, etc. Jammer genoeg bestaat het groot deel van de ingrediënten uit papier en dit heeft van nature een hoge weerstand om te decomposteren. GFT-composteren is in essentie een recyclingsproces, en dus wordt er geen grond, geen verse mest en geen extra lage C/N-bronnen gebruikt om de bemestingswaarde te verbeteren.

De gemeentelijke instellingen die composteren verwerken meestal veel materiaal op waardevol land dat kort bij de steden ligt. Economici denken dat de hopen zo hoog als maar mogelijk moeten zijn, dat ze zo vlug als maar mogelijk moeten werken, en dat ze dan van het land af komen met zo hoog mogelijke eigenschappen. Omdat het lang duurt om grote hoeveelheden koolstof te verminderen en vooral als die er in een decomposteringsresistente vorm zoals papier er in voorkomen en omdat het gebruik van aarde in de hoop essentieel is om stikstofverlies te voorkomen, ligt de gemeentelijke compost meestal maar laag in stikstofgehalte en hoog in koolstof. Ter vergelyk is het zo, dat de slechtste tuincompost die ik maar kon vinden bij testen ongeveer net evenredig bleek te zijn aan de beste

gemeentelijke compost. De beste tuincompost ("B") is vrij goed spul. Ik kon niet precies vaststellen welke ingrediënten er in de tuincompost gingen, maar volgens mij is het zo dat tuinier "A" er grote hoeveelheden materiaal met een hoog C/N-verhouding er in deed zoals stro en zaagmeel, terwijl tuinier "B" daar verse mest, verse plantaardig materiaal, grassnoeisel en ander evenredig laag C/N-houdend materiaal er voor gebruikte. Het volgende hoofdstuk zal de geschiktheid van de materialen evalueren die gewoonlijk voor het maken van compost worden gebruikt.

### Analyse van de verschillende compostsoorten.

Soort	N%	P%	K%	Ca%	C/N
Plantaardig snoeisel & papier	1,57	0,40	0,40		24:1
Gemeentelijke compost	0,97	0,16	0,21		24:1
Johnson City compost	0,91	0,22	0,91	1,91	36:1
Gainsville FL compost	0,57	0,26	0,22	1,88	?
Tuincompost "A"	1,40	0,30	0,40		25:1
Tuincompost "B"	3,50	1,00	2,00		10:1

Om deze tabel juist te interpreteren kunnen we als maatstaf ter vergelijking de actuele tuiniersresultaten gebruiken van enkele sterke materialen die door mij zelf en waarschijnlijk ook door vele van mijn lezers werden gebruikt, namelijk kippenmestcompost in zakken. De sterkste die ik ooit kocht wordt goedkoop verkocht in plastic zakken die iedere lente vooraan in de supermarkt staan opgestapeld. Op de label van de zak staat geschreven: 4-3-2. Ik heb daarmee echt mooie, grote en gezonde groenten laten groeien. Ik heb ook andere soorten geprobeerd waarop ook "verse kippenmestcompost " geschreven stond, maar die waren maar half zo sterk.

Uit jarenlange ervaring van succesvol gebruik weet ik dat 15 tot 20 zakken (ca. 150-200 kilo in droog gewicht) van deze 4-3-2 kippencompost, verspreid en ingewerkt op 350 vierkante meter grond, een geweldig mooie tuin zal laten groeien. Zekerlijk zou een even grote hoeveelheid van Tuincompost "B" hetzelfde teweeg brengen. Maar zou men hetzelfde kunnen bewerkstelligen met 3 x zo veel maar minder sterke compost van het soort Tuincompost "A" of zelfs ook 5 maal zo veel slechter materiaal van de Johnson City Gemeentelijke Composteringscompost ? Nee, helemaal niet ! En ook zouden 3 x zo veel zakken gedroogde koeienmest dat ook niet teweeg brengen. Lees verder waarom:

Als gecomposteerd materiaal net als mulch over de grond wordt verspreid op grasvelden of bloemperken en men die daar op laat liggen, dan is het stikstofgehalte en ook de C/N-verhouding er van niet zo bijzonder belangrijk. Zelfs als de C/N-verhouding erg hoog ligt zullen de bodemdientjes het werk van de decompostering verder afmaken, ongeveer net zoals dat dit op de bosgrond gebeurt. Hun uitscheidingen zullen eventueel door aardwormen dieper in de grond worden getransporteerd. Tegen die tijd dat die daar aankomt zal de C/N-

verhouding even hoog liggen als die van de humus in de bodem en zal er geen ontregeling van de bodemprocessen optreden.

Het laten groeien van groenten verlangt echter wat meer dan het kweken van sierplanten of grasvelden. Beste bloementuiniers excuseer me s.v.p., maar ik heb vastgesteld dat zelfs de meeste bloemen al goed zullen groeien als er maar lichte verbeteringen in de grond worden aangebracht. Dit zelfde geldt ook zo voor de meeste kruiden. Moeilijkheden met vaste planten of kruiden worden gewoonlijk veroorzaakt door een soort te laten groeien die niet speciaal goed aangepast is op de locatie of het klimaat. Bemest met koeienmest of gemulcht met gemiddelde of slechte compost zullen de meeste sierplanten goed groeien.

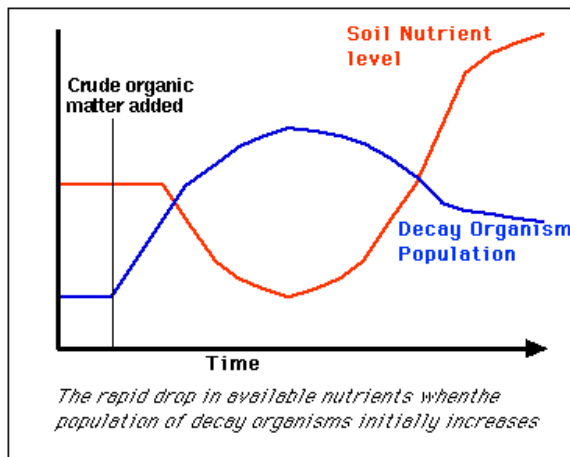
Maar groenten zijn van een ander soort plantencreatie, en die moeten zo vlug groeien als dat ze dat kunnen om zo sappig als mogelijk en een zware oogst voort te brengen. De meeste soorten vragen om veel voedingsstoffen zoals ook om een zachte grond die ook een redelijke hoeveelheid organisch materiaal bevat. Dus is het bijzonder belangrijk dat een groentetuinier de onvermijdelijke ontregeling vermijdt die optreedt als organische stof in de grond wordt gewerkt die een C/N-verhouding heeft van hoger dan 12:1.

Organische materiaal dat een tijdje in de grond zit verandert in een veelvuldig bestudeerde substantie, namelijk humus. Wij weten dat humus bijvoorbeeld altijd een koolstof tot stikstofverhouding heeft van tussen de 10:1 tot ca. 12:1, net zoals de compost van Tuin "B". Tuinboekenschrijvers noemen deze geweldige compost "stabiele" humus, omdat die langzaam decomponeert. De aanwezigheid daarvan in de grond voedt voortdurende een gezonde ecologie van micro-organismen die belangrijk zijn voor de gezondheid van de planten, en wiens activiteiten het vrijkomen van plantenvoedingsstoffen laat toenemen uit niet-gedecomposeerde steendeeltjes. Humus is ook een vruchtbaarmaker oftewel meststof, omdat zijn graduele decompositie voorziet in minerale voedingsstoffen die de planten laat groeien. De meest belangrijke van deze voedingsstoffen is het stikstofnitraat, zo noemen bodemwetenschappers de humus-decompositie, "nitrificatie".

Als organisch materiaal met een C/N-verhouding van lager dan 12:1 in de grond wordt gemengd, dan verloopt de afbraak er van erg vlug. Omdat het meer stikstof dan stabiele humus bevat, komt de stikstof vlug vrij om de planten en het bodemleven te voeden. Samen met de stikstof komen ook andere plantenvoedingsstoffen. Deze versnelde of toegenomen nitrificatie duurt voort totdat de resterende stikstof zich uitbalanceert met de resterende koolstof in een verhouding van 12:1. Dan komt de bodem weer in evenwicht. Hoe lager de C/N-verhouding hoe vlugger het vrijkomen er van, en hoe krachtiger de reactie in de grond. Uit de meeste organische materialen met een lage C/N-verhouding zoals zadenmeel of kippenmest komen gedurende 1 of 2 maanden vlug de voedingsstoffen vrij voordat er stabilisatie plaatsvindt. Wat nu hier beschreven werd is een vruchtbaarmakende meststof.

Als organische materiaal met een C/N-verhouding hoger dan 12:1 in de grond wordt ingewerkt, dan voelen de bodemdiertjes en micro-organismen zich gepresenteerd met een ongekend heerlijk koolhydratenbanket. Net zoals in een composthoop kunnen de bacteriën en

schimmels zich zo binnen enkele dagen enorm vermenigvuldigen om aan enigerlei voedselvoorziening tegemoet te komen. Maar om hun lichaampjes op te bouwen hebben deze micro-organismen dezelfde voedingsstoffen nodig die de planten ook nodig hebben om te groeien - - namelijk stikstof, kalium, fosfor, calcium, magnesium, etc.; er zijn echter nooit genoeg van deze voedingsstoffen in organisch materiaal met een hoge C/N-verhouding om aan de vereisten van de bodembacteriën tegemoet te kunnen komen. Vooral nooit voldoende stikstof, dus zullen de micro-organismen in de bodem deze voedingsstoffen uit de bodemreserves opnemen, en terwijl ze daarop "feestvieren" vlug al de nieuwe koolstof consumeren die hun aangeboden wordt.



### Vertaling tekst:

*Crude organic material added* - - Ruw organisch toegevoegd materiaal.

*Soil Nutrient Level* - - Voedingstoffennivo in de bodem

*Decay Organism Population* - - Aantal verteringsorganismen.

*Time* - - Tijd.

*The rapid drop in available nutrients when the population of decay organisms initially increases* - - De snelle daling van de beschikbare voedingsstoffen als het aantal verteringsorganismen begint toe te nemen.

Gedurende deze tijd van snelle decompostering wordt de bodem grondig beroofd van de plantenvoedingsstoffen, en de nitrificatie stopt. In het begin zal er veel CO<sub>2</sub>-gas afgegeven worden omdat koolstof metabolisch "verbrandt" wordt. Het is echter zo dat CO<sub>2</sub> in hoge concentraties toxisch kan zijn voor kiemende zaden waardoor het kiemen er van kan mislukken.

Toen ik in de zadenbusiness zat kreeg ik elk jaar wel een aantal klachten van boze tuiniers die vroegen waarom elk zakje zaden dat ze zaaiden niet goed ontkiemde en opkwam. Daar

waren twee gewoonlijk voorkomende oorzaken voor: oftewel dat alle zaden voor het zaaien aan temperaturen blootstonden die boven de 45 graden C. lagen, of anders dat er vlak voor het zaaien een grote hoeveelheid hoge C/N-verhouding hebbende "verse mest" in de tuin werden gewerkt. In een bodem die zo onregelmatig is, kunnen zelfs ook omgeplante plantjes een tijd lang niet groeien. Als er veel zaagmeel onder de "verse mest" zit, zal de bodem ca. drie maanden lang erg onvruchtbaar blijken te zijn.

Sir Albert Howard had er een unieke manier voor om dit te omschrijven: hij zei dat de bodem geen twee werkzaamheden tegelijkertijd kon uitvoeren. Men zou niet mogen verwachten dat de bodem de humus zou kunnen nitrificeren, terwijl die ook organisch materiaal zou moeten omzetten. Dat is een reden er voor dat hij er van uit ging dat het composteren zo belangrijk en waardevol was. De vertering van organisch materiaal wordt best buiten de landbouwgrond gedaan; en als het uiteindelijke product dan klaar is voor nitrificatie, dan wordt het terug op de landbouwgrond gebracht en in de grond gewerkt.

De snelle verwerking van koolstof gaat voort tot de C/N-verhouding van het nieuwe materiaal zich vermindert tot het nivo van stabiele humus. Dan sterven de micro-organismen af en de voedingsstoffen die ze opnamen worden terug aan de grond vrijgegeven. Hoe lang de grond ongeschikt is voor de plantengroei en voor het ontkiemen van zaad, is afhankelijk van de bodemtemperatuur, de hoeveelheid van het materiaal, hoe hoog de C/N-verhouding er van is, en van de hoeveelheid voedingsstoffen die de bodem in reserve houdt. Hoe warmer en vruchtbaarder de grond vóór de toevoeging van hoog C/N-verhouding hebbend organisch materiaal was, hoe vlugger dat het zal decomposter.

Aan de hand van de composteeranalyse van de tabel kan ik zien waarom sommige composteerinstellingen er problemen mee hebben om vaste materialen te composteren. Een composteerbedrijf van de overheid dat er in slaagt om alles te verkopen dat ze produceren is Lane County in Oregon. Hun tuinafvalcompost is erg in trek bij de tuiniers in hun omgeving en ze betalen er graag goed voor. Lane County compost wordt alleen gemaakt van herfstbladeren, grassnoeisel en ander tuinafval. Niet van papier !

De tuinafvalcompost lijkt veel op het product van de thuismaker. En tuinafvalcompost bevat geen industriële afval of enigerlei ander materiaal dat gezondheidsschadelijk zou kunnen zijn. Alle houtachtige materialen worden voor het decomposter erg klein gemaakt en bestaan uit niet meer dan 20 % in gewicht van de totale onvergane massa. Alhoewel er geen voedingsanalyses door Lane County werden gedaan anders dan alleen maar het testen van de Ph (ca. 7,0) en, vanwege het gebruik van meststoffen op grasperken ook op pesticiden (nooit resterende sporenelementen gevonden), stelde ik vast dat de C/N-verhouding van het materiaal dat er in de composthoop ging op ca. 25:1 lag. Het zou me niet verwonderen als de uiteindelijke uitgewerkte compost een C/N-verhouding had van ca. 12:1.

Lane County begrijpt goed dat de tuiniers in de buurt meestal geen auto's met een open laadbak hebben. Ze bieden dan ook aan om hun compost tegen een kleine vergoeding thuis af

te leveren als er minstens een kubieke meter wordt gekocht. Andere lokale overheidsinstellingen produceren en leveren ook dit soort tuinafvalcompost.

Dus wat nu te denken van je eigen thuiscompost ? Als je een bloemenperk hebt, of sierplanten, of een grasperk, dan hoef je je nergens zorgen over te maken. Composteer gewoon alles wat je ter beschikking hebt. Als je deze compost dan in de grond werkt, en je deze methode te langzaam blijkt om je planten te laten groeien, dan mulch ermee aan en werk die niet in, of pas de C/N-verhouding aan en verlaag deze door meststoffen zoals zadenmeel er onder te mengen als men de compost in de grond werkt.

Als je een groentetuiner bent en je compost niet aan het soort groei beantwoordt waar je op hoopte, dan werk de compost in de herfst lichtjes in de grond voor het planten van het volgende jaar, tegen die tijd zal het stabiele humus zijn geworden, of lees verder. In de tweede helft van dit boek staan veel tips over hoe men krachtige compost kan maken en hoe men complete organische meststoffen in combinatie met compost kan gebruiken om de weelderigst voorstelbare tuin te laten groeien die men zich maar kan voorstellen.

## Hoofdstuk 4

### Alles over de composteermaterialen.

In de meeste delen van het land zamelen zich rondom het gemiddelde huis en tuin voldoende veel organische materialen op, om tegemoet te kunnen komen aan alle vereisten om compost voor de achtertuin te maken. Je zult waarschijnlijk bladeren hebben, onkruid, en misschien ook je eigen haar (mijn vrouw is onze familieknipper), keuken afval en grasmaaisel. Maar toch kan dat eventueel niet voldoende zijn om tegelijkertijd het mooiste grasveld, *en tevens ook* de weelderigste siertuin en de groenten te laten groeien. Als je meer compost wilt maken dan dat je van de vegetatieresten op je land kunt maken, dan is het niet moeilijk om veel organisch materiaal te vinden dat maar weinig of niets kost.

Het meest beduidende materiaal dat er in een composthoop gaat is dierlijke mest. Stalmest is vaak gratis of goedkoop te verkrijgen, zoals ook mest van kippenhouders en eierenverkopers. Voor een bedrag van enkele dollars zullen dierenhouders je de laadbak van je truck of aanhangwagen vullen.

Net zoals dierlijke mest erg bruikbaar kan zijn in een composthoop, zo zijn er ook andere soorten laag C/N materiaal erg bruikbaar. Er hoopt zich bij voer- en graanopslagplaatsen rond de stapels hooibalen altijd veel alfalfa op.

Voor de eigenaar is dit stoffige spul alleen maar lastig en het zal graag worden weggegeven aan iedereen die het zich oplaadt en er mee naar huis rijdt. Voor de thuistuinier is alfalfa in enigerlei vorm zoiets als goud.

Sommige jaren is het weer in Oregon nog steeds onvast in het hooiseizoen, en zadelt het de boeren op met een bedorven kwaliteit hooi. Alhoewel de boer kan proberen om het hooi voor een extra lage prijs te verkopen omdat het nog steeds een waarde heeft als voer, moeten deze balen van het veld worden verwijderd voordat ze het werken op het land bemoeilijken.

Iedere toegewijde composteerder kan ook contacten leggen en afspraken maken om grotere hoeveelheden goedkope of gratis materialen te verkrijgen. Bij boomgaarden kan men vaak slecht of rottend fruit verkrijgen; kleine wijnboeren of een plaatselijk saprestaurant kunnen er blij mee zijn om van hun afval af te komen; bij timmermanswerkplaatsen kan men zaagmeel verkrijgen; en bij koffiebranders kan men kaf en stofafval verkrijgen. De kleine brouwerij wordt tegenwoordig populair; kleine plaatselijke brouwers en distilleerders kunnen ook afval van hop etc. hebben. Verder kunnen er bijvoorbeeld nog bedorven producten of kaf verkregen worden bij graanmolens.

Bij de gemeentewerken van de stad komen soms zeer grote hoeveelheden herfstbladeren binnen, alwaar men deze ook kan verkrijgen. Bij supermarkten, en restauranten kan men ook vaak bedorven producten en voedsel krijgen, en bij kappers haren.

Bij vishandelaars kan men vaak voor een prikje een hoop krab, vis- en garnalenafval verkrijgen. Natuurlijk gaat dit materiaal vlug stinken, maar toch kan het vrijwel niet hinderlijk zijn voor iemand die een hoop bedorven hooi of zaagmeel heeft die er op ligt te wachten er mee gemengd te worden. Handelende tuiniers bij de kust van Oregon composteren krabbenafval in een dunne laag, en werken die in de grond voordat die te "hoog" wordt. In andere delen van het land kan men gebruik maken van citrusvruchtenafval of dat van suikerriet, rijstkaf, etc.

### **Over de algemeen voorkomende materialen.**

**Alfalfa** is een proteïnerijke overblijvende leguminosa-plant die hoofdzakelijk groeit als diervoer. Op een gunstige grond ontwikkelt die een diep wortelsysteem dat soms dieper gaat dan 3 meter.

Alfalfa leeft hoofdzakelijk op mineralen in de ondergrond, dus zal die net zo rijk of zo arm aan voedingsstoffen zijn als dat de ondergrond daar in voorziet. De gemiddelde C/N er van ligt rond de 12:1, wat alfalfa tot een bruikbaar materiaal maakt om grotere hoeveelheden minder krachtig materiaal in evenwicht te brengen. Alfalfameel in zakken of korrels is gewoonlijk minder duur (en zijn "vaster", ze hebben een wat hogere C/N) dan bladerig alfalfa-hooi in balen van de beste kwaliteit. Door de regen bedorven balen alfalfahooi is waardeloos als diervoeder, maar zijn het tegendeel voor de composteerder.

**Konijnenvoer in korrelvorm** bestaat grotendeels uit alfalfa dat aangerijkt werd met graan. Natuurlijk heeft konijnenmest een C/N dat erg overeenkomt met dat van alfalfa en is voedingsrijk, vooral als er voorzieningen werden gemaakt om de urine te absorberen.



**De pulp van appels** is nat en compact. Als het niet goed gemengd wordt met stevig absorberend materiaal, dan kunnen grote klompen van deze of andere fruitafvallen luchtloze gebieden worden van anaerobische decompostering.

Het hoge watergehalte kan gezien worden als een groot voordeel. Het kan moeilijk zijn om droog hooi en zaagmeel grondig te bevochtigen; deze worden echter snel vochtig als ze gemengd worden met fruitpulp. De fermentatie van fruitpulp trekt bepaalde bijensoorten aan, dus is het goed om dit vlug in de hoop te verwerken als die er mee gemengd wordt, en goed te overdekken met plantaardig materiaal en aarde.

Het waterige pulp van fruit is niet bijzonder rijk aan voedingsstoffen, maar appel-, druiven- en perenpulp zitten vol met zachte decompostabele zaden. De meeste zaden bevatten zeer veel fosfor, stikstof en andere plantenvoedingsstoffen. Het is in het algemeen zo, dat planten veel van hun door het hele jaar heen geassimileerde voedingsstoffen in de zaden opslaan om de volgende generatie van een zo goed mogelijke start te kunnen voorzien. Dieren gevoed met zaden (zoals kuikens) produceren de rijkste mest.

Oudere boeken over het composteren waarschuwen tegen resten zware metalen die er aan de fruitschil zouden zitten. Het is echter zo dat het al een halve eeuw geleden is dat arseen en lood als pesticide gebruikt werd, en er ook niet meer langer kwik in de schimmelbestrijdingsmiddelen zit.

**Bagasse** (Eng.) is het volumineus afvalproduct dat afkomstig is uit de extractie van suikerriet. Het C/N er van ligt erg hoog zoals ongeveer dat van stro en zaagmeel, en het bevat maar weinig plantenvoedingsstoffen. Alhoewel is het zo dat de ruwe sterke vezelachtige structuur er van een lichtheid in de composthoop vormt die de luchtdoorlating verbetert.

De meeste suikermolens verbrandden de suikerrietafval als warmteleverancier om het water uit het suikersap te laten verdampen dat uit de stengels werd geperst. Op een gegeven moment was er meer suikerrietafval dan dat de molens nodig hadden om te verbranden, en de suikerrietafval werd vaak een milieuverontreiniger, en vervolgens werd de suikerrietafval gratis of vrijwel gratis verkrijgbaar. Tegenwoordig wekken grotere moderne molens elektriciteit op met suikerrietafval en verkopen het te veel er van aan de lokale energieleverancier. Suikerrietafval wordt ook gebruikt voor de vervaardiging van een soort van spaanplaat, en als isolatiemateriaal.

**Bananenschillen** en de stelen er aan zijn zacht en bevatten geen sterke vezels. Ze zijn matig rijk aan fosfor, kalium en stikstof. Als gevolg daarvan rotten ze vlug. Net als alle andere keukenafval zouden bananenschillen in het midden van de hoop verwerkt moeten worden om het aantrekken en vermenigvuldigen van vliegen te vermijden. Zie ook onder: *Keukenafval*.

**Thomasslakkenmeel** is een industrieel afvalproduct afkomstig van het smelten van ijzer. Metaal wordt geraffineerd door het te verhitten met kalk en dolomietenkalk. De

onzuiverheden er in verbinden zich dan met de kalk en het magnesium, en komen naar de oppervlakte van het gesmolten metaal, en kunnen er dan zo van afgeroomd worden. Thomasslakkenmeel bevat een beetje calcium plus een verscheidenheid aan plantenvoedingsstoffen die gewoonlijk niet in kalk worden gevonden. De samenstelling er van is afhankelijk van het soort van metaal dat er gebruikt werd.

Het wordt fijngemaakt en in zakken verkocht als vervangmiddel voor landbouwkalk. De intense biologische activiteit van een composthoop laat meer van de andere mineralen van het slakkenmeel vrijkomen, en vormt de voedingsstoffen er van om tot een organische vorm die vlug kunnen vrijkomen als eens de compost onder de grond is verwerkt. Zo kunnen ook andere vormen steenmeel aan de composthoop worden toegevoegd om het vrijkomen van voedingsstoffen te versnellen.

**Rodale Press** is de uitgever van het tijdschrift *Organic Gardening* en is gevestigd in Pennsylvanië waar veel ijzerpletterijen zijn, en die meer ervaring met slakkenmeel heeft. Rodale adviseert de gebruikers er van er op te letten dat sommige soorten maar weinig bruikbare ingrediënten bevatten, en /of ook een grote hoeveelheid aan zwavel. Veel zwavel kan de grond laten verzuren. Lees de analyse op het etiket. Bruikbare landbouwslakkenmeel heeft een gemiddelde samenstelling van 40% calcium en 5% magnesium. En het moet ook zeer fijn vermalen worden om bruikbaar te kunnen zijn. Zie ook onder *kalk* en *steenmeel*.

**Bietenafval**, is net zoals suikerrietafval een afvalproduct van de extractie van suiker. Ze hebben commerciële waarde als veevoeder en worden verkocht als droog pulp in dierenvoederwinkels die gevestigd zijn in gebieden waar suikerbieten groeien. Het C/N er van ligt in de buurt van de 20:1 en ze kunnen veel kalium bevatten, tot 4% .

**Brouwerijafval**. Zowel hop (gedroogde bloemen en bladeren) als mout (gekiemde gerst en vaak ook andere granen) zijn krachtige stikstofbronnen met lage C/N verhoudingen. Uitgetrokken mout is bijzonder krachtig omdat de brouwers alle zetmeel er uit extraheren en dat omzetten tot suiker. Maar ze beschouwen de proteïnes als afval omdat de proteïnes het brouwsel troebel maken. Hop zal makkelijker te verkrijgen zijn. Mout wordt ook gebruikt in diervoer en kan verkregen worden bij sommige boeren in de buurt of leveranciers van dierenvoeder. Deze materialen zullen nat zijn, zwaar en sterk ruikend (alhoewel niet onaangenaam) en je zult ze direct in je composthoop moeten gebruiken.

**Boekweitkaf**. Boekweit is een soort van graan die in het Noordwestelijke deel van de Verenigde Staten en Canada groeit. Het groeit zeer goed op slechte grond, en het wordt ook vaak als een groenbemester gebruikt. De zaden zitten in een bruine of zwarte vezelachtige pel die in een gruttenmolen worden verwijderd. Dit kaf van de boekweit is licht en luchtdoorlatend. Het helpt om een composthoop donzig luchtig te maken. Boekweitkaf is populair als mulchmateriaal omdat het makkelijk vocht absorbeert, en omdat het mooi uitziet en op de plaats liggen blijft. Het C/N er van is hoog. Het kaf van haver en rijst zijn evenzo hetzelfde.

**Canola-meel**. Zie: *Katoenzaadmeel*.

**Wonderolie-pulp** is de pulp die overblijft als de wonderolie uit de bonen geperst wordt. Net als andere oliehoudende zaden ligt deze erg hoog in stikstof en is die rijk aan andere plantenvoedingsstoffen, vooral fosfor. Deze pulp kan ver in het Zuiden goed verkrijgbaar zijn, en is een goede vervanger van dierlijke mest.

**Citrusfruitafval** kan verkrijgbaar zijn voor tuiniers die in de buurt leven van industriële verwerkers van sinaasappels, limoenen en grapefruit. In die gebieden kan in winkels ook gedroogde citruspulp verkrijgbaar zijn. Gedroogde sinaasappelschillen bevatten ongeveer 3% fosfor en 27 % kalium. Limoenen liggen een beetje hoger in fosfor maar lager in kalium. Dat van fruit zou een overeenkomstige voedingsratio hebben op basis van drooggewicht, maar ze bestaan grotendeels uit water. Grote overschotten pulp kunnen nuttig zijn om droge moeilijk bewerkbare materialen zoals stro of zaagmeel te bevochtigen.

Net zoals andere bijproducten van industrieel boeren, kan citrusafval behoorlijk veel pesticidenresten bevatten. Het composteerproces zal echter de meeste toxische organische resten afbreken en elimineren, vooral dan als de hoop echt door en door warm wordt (zie ook: *Bladeren*).

De effecten van zulk hoge kaliumwaardes op de voedingskwaliteit van mijn voedsel zou me wel bezorgd maken als de compost van deze afvalfen gemaakt en gebruikt zou worden voor mijn groentetuin.

**Gemalen koffie** is net zo voedingsrijk als ook andere zadenmelen. Zelfs na het opzetten kan die nog tot 2 % stikstof bevatten,  $\frac{1}{2}$  % fosfor en variërende hoeveelheden kalium, gewoonlijk onder de 1%. De C/N er van ligt rond de 12:1. Koffieroosters willen van dit koffiekaf af, dat echter overeenkomstig in voedingswaarde ligt aan gebruikte koffiedrab en kan soms meer bevatten dan geroosterde bonen.

Het blijkt verder zo te zijn dat gemalen koffie dé grote uitmuntende keuze is voor aardwormen. In wormentonnen is het gebruikte drab van koffie meer in trek dan enigerlei ander materiaal. Als het een beetje zou stinken, vooral dan als men vermi-composteert, dan zou de gemalen koffie best direct in de hoop moeten worden verwerkt om het verzuringsproces te vermijden dat resulteert uit het werk van de azijnproducerende bacteriën. Het fermenteren van de gemalen koffiedrab kan ook schadelijke fruitvliegjes aantrekken. Gebruikte papierfilters die gebruikt werden om koffie te filtreren kunnen in de hoop of wormendoos gelegd worden, waar ze bijdragen en functioneren zoals ligstro. (Zie ook: *Papier*)

**Maïskolven** zijn hier meer verkrijgbaar als afvalproduct van de landbouw omdat de moderne oogstapparaten ze kleinmaken en de resten meteen in het veld onderspitten. Alhoewel is het ook zo dat sommige tuiniers die eventueel zoete maïs kweken, zo ook veel kolven hebben. De hele kolven zullen de hoop luchtig maken maar zijn langzaam te

decomposteren. Als je je hoop binnen een jaar tijd klaar wilt hebben, dan is het beter om de kolven eerst te drogen en dan klein te malen voor ze in de hoop te verwerken.

**Katoenzaadmeel** is een van dit land meest voorkomende oliehoudende zadenresten uit de oliewinning. Met de katoen-ontkorrelingsmachine wordt het zaad uit de katoenplant gewonnen, vervolgens gemalen, en dan wordt het oliegehalte er uit geëxtraheerd. Het overblijfsel er van, soms cake- of zadenkoek genoemd is erg rijk aan proteïne en NPK. De C/N er van is ongeveer 5:1, en maakt het een uitstekende manier om een composthoop in evenwicht te brengen die veel koolstofhoudend materiaal bevat.

Het meeste katoenzaadmeel wordt vooral als diervoeder voor rund- en melkvee gebruikt. Indien men het in winkels koopt in kleine zakken dan is het erg duur, maar als men het in zakken van 40 - 70 kilo bij boerengroothandels inkoopt, dan kan het erg goedkoop zijn. Alhoewel de prijzen van jaar tot jaar variëren, kosten deze zadenkoeken gewoonlijk tussen de 100-150 euro per ton en de prijs is alleen dan hoger als die in kleinere hoeveelheden dan tongs gewijs wordt gekocht.

De prijs van elk soort zadenmeel wordt sterk beïnvloedt door de vrachtkosten. Katoenzaadmeel is het goedkoopst in het Zuiden en in het Zuidwesten waar katoen overal groeit. Sojameel is in het Middenwesten beter verkrijgbaar en ook aan betere prijzen. Canadese tuiniers ontdekken momenteel het canolameel, een bijproduct van de productie van canolaolie (of raapzaadolie). Toen ik een vrije dag had in Fiji, adviseerde ik de lokale tuiniers om kokosmeel te gebruiken, een goedkoop "afvalproduct" van het extraheren van kokosolie. En ik zou er helemaal niet verwonderd over zijn als in in Zuid-Dakota boeren zou ontdekken die zonnebloempittenmeel zouden gebruiken. In sommige plaatsen kunnen ook sesamzaad-, saffloerzaad-, en andere oliehoudende zaden-, pindazaad- en maïsmeel verkrijgbaar zijn.

Zadenmelen zijn een goed uitgangspunt voor het samenstellen van complete biologische bemestingsmengsels. De gemiddelde samenstelling van de NPK van de meeste zadenmelen ligt ongeveer op 6-4-2. Als bemestingsmateriaal ontbreekt het de oliekoeken wat aan fosfor en sporenelementen. Door die te supplementeren met materialen zoals beendermeel, natuurfosfaat, kelpmeel, of soms met kaliumrijke steenmelen en kalk of gips, kan men zelf thuis een langzaam vrijkomende sporenelementenrijke organische meststofbron mengen met een breed spectrum die een samenstelling heeft van 5-5-5. Vooral het katoenzaadmeel is uitstekend voor dit doel geschikt omdat het een droog, reukloos materiaal is dat men goed kan bewaren. Ik vermoed dat katoenzaadmeel van het Zuidwesten meer sporenelementen bevat dan dat van de uitgeloopte Zuidoostelijke bodems of sojameel van uitgeputte middenwestelijk gelegen boerderijen. Zie daar over ook het laatste gedeelte van hoofdstuk 8.

Sommige organische instanties verbieden of ontmoedigen domweg het gebruik van katoenzaadmeel als bemestingsstof. De redenering achter deze zelfrechtvaardigende houding is dat het katoen dat geen voedseloogst voor mensen is, bespoten wordt met veel pesticiden en/of herbiciden die zo gevaarlijk zijn dat ze niet op menselijke voedseloogsten

gebruikt mogen worden. Deze chemicaliën worden gewoonlijk opgelost in een geëmulificeerde op olie gebaseerde drager en de katoenplant concentreert dan natuurlijk de pesticidenresten en afbraakproducten in het oliehoudende zaad.

Ik geloof dat deze bezorgdheid in zoverre gerechtvaardigd is als er werkelijk pesticidenresten worden overgebracht naar het zaad, alhoewel is het zo dat de chemische processen die gebruikt worden om katoenzaadolie te extraheren erg efficiënt zijn. Het gemalen zaad wordt gemengd met een vluchtig oplosmiddel dat op ether lijkt en onder druk verhit wordt in zeer grote distilleervaten. Ik denk dat als het oplosmiddel uit het zaad wordt geperst, dat het niet alleen de olie met zich meeneemt, maar tevens ook praktisch alle pesticidenresten. Daarbij is het zo, dat enigerlei organische resten verder vernietigd zullen worden door de biologische activiteit van de grond, en vooral ook door de intense hitte van de composthoop.

Wat me wel bezorgd maakt is het gebruik van katoenzaadolie. Ik vermijd het om saladedressings te maken die katoenzaadolie zouden kunnen bevatten, net zoals ook vele soorten maïs, aardappels, ingeblikte oesters en andere voedselproducten die industrieel verwerkt zijn. Ik raad ook aan dat je een kijkje neemt aan de achterkant van je favoriete Oriëntaalse- of fastfoodrestaurant om te zien of er geen stapels van 50 liter katoenzaadolie kunnen staan die er op liggen te wachten om de diepe oliebraders te vullen. Ik ben bang voor dit soort maaltijden omdat ze gevaarlijk voor de gezondheid zijn. Als je ook van mening bent dat katoenzaadmeel een gevaarlijk product is dan zul je zekerlijk ook geen rundvlees willen eten dat uit de boerderijenbedrijven afkomstig is of enigerlei melkproducten van vee dat gevoerd werd op katoenzaadmeel.

**Bloedmeel** bevat 10-12% stikstof en behoorlijk veel fosfor. Het is een organische meststof die natuurlijk wateroplosbaar is. Bloedmeel kan echter net als alle andere slachthuisafval te duur zijn als compostactivator.

Gestrooid over de bovenlaag van de grond, lost gedroogd bloed gewoonlijk een directe groeirespons uit. Bloedmeel is zo krachtig dat het de planten kan verbranden; als je het gebruikt dan moet je er op letten dat het niet aan de bladeren of stam komt. Alhoewel het principieel een stikstofbron is, denk ik dat er ook andere voedingssubstanties zoals groeihormonen of complexe organische "phytamines" in het bloedmeel zitten. Britse tuinhuisjes- slakwekers zijn het er grotendeels over eens dat als men ca. 3 weken voor de sla uitgegroeid is er bloedmeel langs strooit, dat die sla dan veel beter "afgewerkt" is en veel langer te bewaren is, en minder "bruin van de achterkant" te worden, vergeleken met sla die overeenkomstig bemest werd maar dan met ureum of chemische nitraatbronnen.

**Veren** zijn hetzelfde voor vogels wat de haren voor de dieren zijn, en hebben overeenkomstige eigenschappen. (Zie ook onder: *Haar*)

**Vis- en schaaldierenafval.** Deze proteïnerijke bronnen die veel stikstof bevatten en hoog mineraalrijk zijn, kunnen bij inblikbedrijven en visverwerkers makkelijk tegen weinig of

geen kosten verkregen worden. Alhoewel is het zo dat grote hoeveelheden van deze producten in composthoop makkelijk tot bederf kunnen overgaan, en zo stank kunnen veroorzaken, de hoop anaerobisch maken, of erger nog, vliegen en schadelijke dieren aantrekt. Om deze problemen te vermijden kan men het beste direct het verse zeevoedselafval vermengen met veel droog, hoog C/N-houdend materiaal. Er zijn waarschijnlijk echter maar zeer weinig thuiscomposteerders in staat om één of twee vaten natte visafval per keer te verwerken.

De mensen van Oregon zijn trots op zichzelf dat ze tolerant zijn en maar moeilijk kwaad op hun burens worden. Langs de kust van Oregon strooien de kleine handelende tuiniers garnalen- of krabafval op hun land en werken dat meteen er in.

Als het dan eens in de grond ingewerkt is, dan verdwijnt de geur er van in minder dan een week.

**Vismeel** is een veel beter alternatief voor gebruik rond het huis. Natuurlijk hoeft je je geen zorgen te maken voor de kosten maar je alleen te richten op het gebruik van de beste materialen om de beste voedingsrijke voedsel te produceren indien men vismeel ter vervanging gebruikt voor dierlijke mest of oliecake. Vismeel is krachtiger dan katoenzaadmeel. De typische voedingsanalyse er van ligt rond de 9-6-4. Alhoewel is het zo dat gezien vanuit de hoeveelheid voedingsstoffen die ze per pond bevatten de zadenmelen een veel goedkopere manier zijn om NPK te kopen. Vismeel stinkt ook een beetje. De geur is niet zo erg als nat zeevoedselafval, maar het kan katten, honden en schadelijk ongedierte aantrekken.

Wat het de moeite waard maakt om vismeel te verkrijgen, is dat zeewater de ultieme plaats is waar alle wateroplosbare voedingsstoffen te vinden zijn die ooit ook eens in de grond zaten. Dieren en planten die in de zee leven genieten een complete uitgebalanceerde voeding. Weston Price verhaalt in zijn klassieke boek *Nutrition and Physical Degeneration* over de perfecte gezondheid van volkeren die veel vis in hun voedingswijze hadden. Voordat in de 1930er jaren het industrieel verwerkte voedsel universeel verkrijgbaar werd, leefden de in de verst afgelegen plaatsen wonende mensen langs de zeekusten erg lang, en hadden die een uitmuntende gezondheid en perfecte tanden. (Zie ook: *Kelpmeel*)

**Keukenafval.** Van de meeste keukenafval kan men een uitstekende compost maken. Maar de Amerikanen zijn dom en transporteren megatonnen keukencompost naar de stortplaats of naar het riool, of naar de overbelast zijnde keukenafval vermalende fabrieken. Het gemiddelde C/N van keukenafval ligt vrij laag en zo vergemakkelijkt de aanwezigheid er van de composthoop de decompostering van minder sterke materialen. Keukenafval kan ook op andere manieren gerecycled worden zoals via vermi-compostering (wormenkisten) die dan in de tuin begraven worden in een greppel of gaten. Deze twee methodes zullen later gedetailleerd besproken worden.

Het wegdoen van de voedselresten naar een stortplaats is duidelijk de minst problematische en blijkbaar de meest "sanitaire" methode om zo het probleem naar anderen

te verschuiven. Als men een beetje vooruitziend te werk gaat, dan zal het thuis composteren van voedselresten generlei toegenomen vliegenpopulatie veroorzaken of de keuken verkeerd laten ruiken. De meest belangrijke stap om de keuken schoon en vrij van geurtjes te houden is door de afval in een plasticen emmer te doen die 4 tot 8 liter inhoud heeft, en die iedere paar dagen te ledigen.

Het af en toe er aan toevoegen van een laag zaagmeel of turfstrooisel helpt vermoedelijk om geuren te voorkomen. In onze keuken hebben we vastgesteld dat het afdekken van de emmer met een deksel geen vervanging er voor is om deze leeg te maken. Als men keukenafval in een composthoop gebruikt, dan kan men die het beste dun er over heen leggen en daar over heen een 5 cm dikke laag bladeren, droog gras of hooi te leggen; dit om het vocht te absorberen en te voorkomen dat vliegen er aan komen. Het kan ook aan te raden zijn om een compostvat te gebruiken waar geen schadelijk ongedierte aan kan komen.

***Granietmeel.*** Zie *Steenmeel*.

***Druivenresten.*** Zie *Appelpulp*.

***Grasmaaisel.*** Net als keukenafval is grasmaaisel het composteerbare materiaal dat het meest verkrijgbaar is in en rond de gemiddelde woning. Zelfs als je wijselijk niet alle maaisel composteert, kunnen je domme burens het hunne voor je bewaren zodat je die kunt ophalen en gebruiken. Als je aanmulcht met grasmaaisel, dan verzeker je er van dat je burens geen "onkruid en dierenvoer-meststoffengebruikers" zijn, of het maaisel kan veroorzaken dat de aangemulchte planten zouden afsterven. Sporen van deze breedspectrum herbiciden die toegestaan zijn in "onkruid en dierenvoer" bemestingsstoffen, worden echter geheel gedecomposteerd in het composteringsproces.

Het is niet noodzakelijk om ieder klein beetje organische afval terug te brengen om een gezond grasveld te kunnen behouden. Misschien kan een derde of de helft er van de jaarlijkse biomassaproductie weggelaten worden om een gezond grasveld te kunnen behouden, zonder het grasveld ernstig uit te putten - - vooral dan als er ieder jaar een applicatie van een kwalitatief goede bemestingsstof aan het veld wordt gegeven. Misschien is de lente de beste tijd in het jaar om maaisel te verwijderen omdat dan het gras erg vlug groeit. Als zich eens een klaver-grasmengsel gevestigd heeft, is het minder noodzakelijk om stikstof bemestingsstoffen te gebruiken. In feite verminderen hoge waarden aan bodemnitraten in de bodem de mogelijkheid van de klaver om stikstof uit de lucht aan te maken. Alhoewel kan er nog steeds een toevoeging van andere minerale voedingsstoffen zoals fosfor, kalium, en vooral calcium noodzakelijk zijn.



De gezondheid van het grasveld is net zoals die van de gezondheid van de tuin. Beide berusten op de aanwezigheid van voldoende grote hoeveelheden organisch materiaal in de grond die door de jaren heen werd opgebouwd door de groeiende planten zelf. Als wij uit ethische redenen het maaisel bijeen harken en dat van ons grasveld verwijderen, dan weerhouden we het gras er van om zijn eigen vruchtbaarheid te recyclen.

Het was ooit eens een verkeerde opvatting dat ongeharkte grasvelden zich op de grond zouden opbouwen als een ongerotte afdeklaag die schadelijke insecten en ziektes zou bevorderen. Dit is echter maar half waar. Grasvelden die herhaaldelijk met chemische bemestingsstoffen worden behandeld die op zwavel gebaseerd zijn, vooral ammoniumsulfaat en superfosfaat, die verzuren en worden zo vijandig voor bacteriële decompostering en bodemdientjes, dat zich zo een soort van "dak" of afdeklaag van ongerot maaisel en dode zodes kan opbouwen en ziektes en insectenproblemen kunnen ontstaan

Alhoewel is het zo dat grasvelden natuurlijk gezond worden die kalk of gips toegediend krijgen om in calcium te voorzien die zo vitaal voor de gezonde groei van klaver is, en zadenmeel en/of mulchmateriaal van fijn gedecomposeerde compost of mest. Het maaisel dat op zulk een grasveld valt rot dan vlug weg vanwege de vele micro-organismes in de bodem, en verdwijnt binnen enkele dagen tijd. Zeer kleine klaver kan alle stikstofnitraat produceren die het gras nodig heeft om weelderig te groeien. Als eens deze staat van gezondheid bereikt is, dan hebben onkruiden met grote bladeren het moeilijk er mee in de wedstrijd met het weelderig groeiende gras/klaver, en verdwijnt dan langzaam aan. Het zal dan nog maar zelden noodzakelijk zijn om nog eens te bemesten als er maar weinig biomassa verwijderd wordt.

Mensen met een woning die de piekfijne verschijning van een geharkte grasveld willen maar ook een gezond grasveld willen, hebben verschillende mogelijkheden. Ze kunnen hun compostmaaisel composteren en dan de compost weer terug op het grasveld brengen. Ze kunnen ook een grasmaaier gebruiken die het maaisel er aan de zijkant uitgooit en in 2 keer maait. De eerste keer maaien zal het maaisel op het grasveld laten drogen; de tweede keer zal dit maaisel er in werken en het laten verdwijnen. Tenslotte zijn er ook de "mulchende" maaiers met bladen dat groen grasmaaisel in kleine stukjes snijdt en die het onzichtbaar onder de maaier laat liggen.



**Grasmaaisel**, en vooral het lentegras, ligt erg hoog in stikstof, even hoog als de beste paarde- of koeienmest. Iedereen die wel eens vers grasmaaisel op een hoop heeft gegooid heeft gezien dat dit erg vlug kan opwarmen, en hoe vlug dat de hoop zich omvormt tot een slijmerige, luchtloze, bedorven ruikende, an-aerobische massa, en welk een ammoniakgeur dat daar van af komt. Groen gras zou grondig verdeeld in de hoop moeten worden verwerkt, samen met veel droog materiaal. Handig om er doorheen te mengen zijn reservezakken met bladeren uit de laatste herfst of een baal stro. Grasmaaisel dat enkele dagen lang in de zon kan worden laten gedroogd voor dat het bij elkaar geharkt of in een zak gestopt wordt, reageert beter in de hoop.

**Groenzand.** Zie *Steenmeel*.

**Haren** bevatten 10 maal zo veel stikstof dan de meeste andere mestsoorten. Het biedt weerstand tegen vocht en is makkelijk samen te drukken. Het is als een mat waar het water van af loopt, dus moeten haren gemengd worden met andere nattere materialen. Als ik makkelijk aan haren kon komen omdat er een kaperszaak bij me in de buurt zou zijn, dan zou ik beslist haren in mijn compost gebruiken. Veren, verenmeel (bijna hetzelfde bij vogels voor haren) hebben overeenkomstige kwaliteiten.

**Hooi.** In een gematigd klimaat verloopt de groei van het gras door een jaarlijkse cyclus die het voedingsgehalte er van veel laat veranderen. Het gras van het grasveld is daar niet anders in. Het eerste snoeisel van het lentegras is een potente bron van stikstof en ligt hoog in proteïne en andere minerale voedingsstoffen. In feite is het lentegras vaak net zo goed als een diervoedersoort zoals alfalfa of een ander leguminosa-hooi. Jong roggegras kan bijvoorbeeld meer dan 2 % bevatten, evenredig aan 13% proteïne. Dat is de reden er voor waarom vee en paarden zo goed rondspringen op het jonge lentegras en waarom juniboter zo donker geel is, zo vitaminerijk, en zo goed smaakt.

Later in de lente begint het gras zaad te vormen en verandert de chemische samenstelling. Met het verschijnen van de zadenstengel daalt het stikstofgehalte opmerkelijk en de bladeren worden vezelachtiger, krijgen meer lignine en zijn als gevolg daarvan moeilijker te decomposter. Rondom de stuifmeeltijd is het stikstof in het roggegras gedaald tot ca. 1 % en tegen de tijd dat het zaad geheel rijp uitgegroeid is, tot ca. 0,75 %.

Dit heeft diepgaande gevolgen op het maken van hooi, op het gebruik van gras als groenbemester, en op het evalueren van de C/N van het hooi dat je eventueel wilt gaan gebruiken in je composthoop. In oude tijden vereiste het kweken van hooi dat voedingsrijk genoeg was om de gezondheid van het vee te behouden, dat het voor het verschijnen van de zadenstengel gemaaid werd, of net op dat punt dat de zadenstengel verschijnen. Niet alleen verminderde het voortijdig oogsten voor een groot deel de hoeveelheid er van, maar het betekende ook vaak dat het gras nauwkeurig goed gedroogd moest worden in een tijd van het jaar dat er meer regen viel en de temperaturen veel lager waren.

In het Engeland van de 19<sup>de</sup> eeuw, werd het gras met de hand over lage hordes of rekken gedroogd, waardoor er op het veld vele honderden van deze kleine rekken stonden die het water er vanaf lieten lopen zoals schuine daken en de luchtstroming van onder af aan toe liet. Voor mij is het duidelijk waar de sport van het hordelopen vandaan kwam; ik zie jong energiek landvolk in het hooiseizoen opgepept op deze lentemelk en de eerste tuingroenten van dat jaar, die geestdriftig over net gemaaide velden renden.

In latere jaren werd het verse natte lentegras groen in putten gestopt om kuilvoer van te maken en waar een bewust uitgevoerde an-aerobische fermentatie het voedingsgehalte bewaren liet - - net zo ongeveer iets als zuurkool de oorspronkelijke kool bewaart. Dit inkuilen maakt het drogen onnodig. Tegenwoordig is het boerenhandwerk duur en tractoren zijn relatief goedkoop. Het lijkt er op dat grashooi beter later gemaaid kan worden als het weer vaster is, het goedkoop op de grond gedroogd kan worden, en door vaak te harken te beschermen tegen beschimmelen, om dan mechanisch in balen te worden verpakt.

In gebieden waar een relatief regenloze lente is of waar de landbouw berust op irrigatie, kan dit systeem resulteren in hoge kwaliteit hooi. Maar de meeste moderne boeren moeten de lage kwaliteit hooi supplementeren met oliecake en andere concentraten. Daar waar ik woon is de lente koel en vochtig en het weer wordt meestal niet vast voor half juni. Rond deze tijd hebben de graszaden zich reeds gevormd en beginnen al uit te drogen. Dit betekent dat ons gras zeer laag in proteïne ligt, dat het een hoog C/N heeft en erg houderig is - - een beetje beter dan tarwestro; beklagenswaardig voor de arme paarden en vee dat voldoende voeding uit dit materiaal moet halen.

De weersomstandigheden in het Westen van Oregon betekenen ook dat boeren vaak opgezadeld zitten met door de regen bedorven hooi waar ze gelukkig mee zijn om dit goedkoop te kunnen verkopen. Vele jaren lang heb ik hoofdzakelijk van dit soort hooi zeer grote composthopen gemaakt. Een ernstig probleem bij het late maaien van hooi is dat het nog kiemkrachtige zaden zal bevatten, en als het composteerproces al deze zaden niet grondig zou verwarmen, dan zal deze compost door de hele tuin heen gras laten ontkiemen. Een laatste probleem met gras van lage kwaliteit is ook dat de stevige houtachtige stengels er van geen vocht willen opnemen.

De beste manier om deze problemen allemaal tegelijk te kunnen overwinnen is door de balen eerst grondig te laten bederven en door en door vochtig te laten worden voordat ze gecomposteerd worden. Als ik een stapel van één of twee ton bedorven balen heb liggen, spreid ik ze in één enkele laag over de grond uit en laat ze de hele winter in de regen liggen. In deze tijd zullen de meeste graszaden van het graszaad in de balen gaan kiemen, het hooi zal grondig vochtig worden, en de decompostering zal zich reeds inzetten. De volgende zomer zal ik dit materiaal opnemen, het bindtouw er van af halen en het in de composthopen mengen met een hoop stikstofrijker materiaal.

Tenslotte nog enkele woorden over gras en hoe dit als groenbemester fungeert. Als er flink wat gras tijdens de lente in de grond gewerkt wordt voordat de zaadvorming begint, dan

zal het hoge stikstofgehalte er van een snelle decompostering veroorzaken. Materiaal dat 2 % stikstof bevat en wat niet veel stevige vezels heeft, kan in twee weken tijd geheel weggerot zijn, en de grond klaar laten staan om te beplanten. Deze variatie op het groenbemesten werkt als een tovermiddel.

Als er echter wisselende weersomstandigheden zijn het maaien belemmeren tot de zaadvorming begonnen is, zal het gras minder stikstof bevatten en ook een hoger gehalte aan weerstand gevend lignine hebben ontwikkeld. Als de grond niet droog wordt, en er reeds grote reserves stikstof in de grond liggen te wachten om het hoge C/N van het volwassen gras in evenwicht te brengen, dan kan het maar één maand duren om te decomposteren. Maar er zal in de eerste weken zo veel decompostering gaande zijn, dat zelfs de kieming van het zaad belemmerd wordt. Na nat weer kan het zijn dat men onverwacht 4, 5 of 6 weken moet wachten tot er zich vroeg een zaadbed kan ontwikkelen, en kan het zaaien te lang uitstellen, zo dat het seizoen voor het gehele jaar gemist wordt. Problemen als deze moeten in gedachten worden gehouden als men groenbemesting als grondopbouwende techniek gebruikt. Het kort afmaaien van het gras kort langs de grondlijn en compostering van het materiaal buiten het veld om, vermijdt dit probleem.

**Hoef en hoornmeel.** Wist je dat dieren hun hoeven en hoorn opbouwen uit samengeperst haar? Het meel er van ligt in voedingswaarde overeenkomstig aan bloedmeel, lederstof, verenmeel of vleesmeel. Het is een potente stikstofbron met beduidend veel fosfor. Net als alle andere slachthuisproducten kunnen de hoge kosten er van onpraktisch zijn in het gebruik er van om de C/N van de composthoop af te stellen. Zadenmeel of kippenmest (aan kippen worden overwegend zaden gevoerd), hebben een ietwat lager stikstofgehalte dan dierlijke bijproducten maar de kiloprijs van de eigenlijke voeding die het bevat is redelijker. Als hoef- en hoornmeel niet goed door de composthoop gemengd wordt, dan kan het vliegen aantrekken en gaan stinken. Ik zou er zelf de voorkeur er aan geven om dure slachthuisconcentraten te gebruiken, en die te mengen met organische bemestingsmengsels.

**Sappulp:** Zie Appelpulp.

**Kelpmeelsoorten** zijn afkomstig uit verschillende landen en gewoonlijk verkrijgbaar in dierenvoederwinkels en graanwinkels en de betere tuincentra in zakken van 25 kilo, en de prijs er van ligt ergens tussen de 20-50 euro. Als men deze prijs beschouwt dan beschouw ik het gebruik van kelpmeel als bron van sporenelementen meer gerechtvaardigd in complete meststofmengsels, dan als composteersupplement.

Er gaan veel verhalen over de groeistimulerende effecten van kelpmeel. Sommige winkelmerken bazuinen deze kwaliteiten rond en vragen erg hoge prijzen. De beste prijzen worden gevonden bij dierenvoerverkopers waar kelpmeel in grote zakken als dierenvoer wordt verkocht.

Ik heb kelpmeel afkomstig van Noorwegen, Korea, en Canada gekocht. Er zijn waarschijnlijk ook andere soorten uit andere plaatsen van de wereld. Ik denk dat er niet veel verschil in het mineralengehalte zit tussen de ene en het andere soort van afkomst. Ik wil echter niet ontkennen dat er verschillen zitten in hoe goed de verpakkingsmethode de gezondheidsbevorderende organische chemische stoffen conserveren die de algehele gezondheid en groei van de planten verbeteren, zoals groeistimulanten en phytamines, en wie weet wat nog alles meer.

Maar toch geef ik er de voorkeur aan om naar prijs in te kopen, en niet naar de mystieke eigenschappen, omdat ik in meer dan 20 jaar tuinieren, en het 15 jaar schrijven over de tuin, en het 7 jaar bezig zijn geweest in de postbestellingen van de zadenindustrie, oneindig veel claims te horen kreeg van reclamemakers van agriculturele bedrijven over slange-oliesoorten; na het testen van tientallen zulke concocties geloof ik niet meer in de mystieke eigenschappen van unieke superioriteit. Zie ook onder: *Zeewier*.

**Lederstof** is een afvalproduct uit de looierijen dat lijkt of hoefmeel en hoornmeel etc. Er mag echter absoluut niet veel chroom in zitten dat wordt gebruikt om suède te looien. Als er alleen vegetatief geloid leer in de betreffende looierij wordt geproduceerd dan zou het lederstof een fijne bodemtoevoeging kunnen zijn. Sommige vooraanstaande tuinburocraten verbieden het gebruikt er van; misschien in dit geval terecht.

**Bladeren.** Voedingsstoffen voor de bodem worden opgelost in de regen en lekken uit bodemlagen van de oppervlakte, worden naar de ondergrond getransporteerd, en van daar uit naar het grondwater, en uiteindelijk in de zoutige zee. Bomen hebben diepe wortelsystemen die ver in de ondergrond doordringen om de plantenvoedingsstoffen weer naar boven te halen, dit maakt hun de recycler van de voedingsstoffen der natuur.

J. Russell Smith noemt bomen "grote productiemachines", omdat ze zo enorm de bodemvruchtbaarheid verbeteren.

Iedereen die zijn visionaire boek nog niet gelezen heeft "*Tree Crops*", die zou dat alsnog moeten doen. Alhoewel dit boek in 1929 is geschreven, wordt het nog steeds gedrukt.

Eén maal per jaar zijn er grote hoeveelheden bladeren verkrijgbaar, maar het is niet het makkelijkste materiaal om te composteren. Rijk aan mineralen en laag in stikstof zijn ze in het algemeen langzaam te decomposteren en neigen er toe om in een compacte luchtloze massa bijeen te gaan zitten. Maar als het gemengd wordt met mest, of een ander hoog stikstofrijke toevoeging en voldoende stevig materiaal om het compact worden er van te voorkomen, dan rotten de bladeren net zoals ieder ander materiaal weg. Als men droge bladeren door een molen of zoiets klein maakt, of met een grasmaaier, dan neemt de decompostering er van enorm toe. Van alle materialen die ik door een versnipperaar of vermaler verwerkte, waren de bladeren het makkelijkste klein te maken.

Eens kleingemaakt, verliezen de bladeren veel volume. Mijn buurman John die net als ik ook een serieuze tuinier is, bewaart altijd enkele potten met verpulverde droge bladeren om indien nodig te gebruiken als mulchmateriaal. Als ik een tuinier in het Noorden zou zijn, dan

zou ik over de winter heen droge en kleingemaakte bladeren in plasticen zakken bewaren om die te mengen in composthoop als er lentegrasmaaisel en krachtige materialen te krijgen zouden zijn. Sommige mensen hebben er angst voor om bladeren uit de stad te gebruiken, omdat die vervuilende stoffen van het straatverkeer kunnen bevatten zoals olie- en rubbercomponenten. Maar zulke bezorgdheid is meestal ongegrond. Dave Campbell die het composteringsprogramma van bladeren in *City of Portland (Oregon) Bureau of Maintenance* leidde, zei dat hij iedere composthoop en zwade die hij gemaakt had getest had op zware metalen en pesticidenresten.

"Bijna alle door ons in zoverre uitgevoerde testen hebben minder dan een achtergrondniveau van zware metalen aangetoond en geen pesticidenresten ([inclusief] ook pesticiden op chloor- en organo-fosfaatbasis.....dit komt maar erg zeldzaam in problematische vormen voor".

Campbell vertelt een interessant verhaal er over hoe grondig de pesticidenresten door het composteren er uit worden verwijderd, en zei:

"Ik was nieuwsgierig naar de testgegevens van wat bladeren die we uit het stadspark meenamen en die net een maand voor dat we ze zamelden werden bespoten met pesticiden. Dus testte ik de bladeren, en vervolgens de compost.

In de verse bladeren werden wel wat resten vastgesteld, maar tegen de tijd dat het composteerproces voltooid was, konden er geen waarden meer worden vastgesteld."

**Kalk.** Het is absoluut zeker dat calcium een belangrijke voedingsstof in de bodem is omdat die essentieel is voor de vorming van proteïnen voor de planten zoals ook voor de dieren in de vorm van stikstof. Bodems die deficiënt aan calcium zijn kunnen goedkoop worden verbeterd door er landbouwkalk aan toe te voegen die vrijwel geheel bestaat uit calciumcarbonaat ( $\text{Ca CO}_3$ ). Het gebruik van landbouwkalk of dolomietenkalk in composthoop is wat controversieel, want zelfs de meest vooraanstaande autoriteiten zijn het daar niet over eens. Het staat buiten kijf dat het calciumgehalte van het plantenmateriaal en dierlijke mest die resulteert uit het plantenmateriaal erg afhankelijk is van de hoeveelheid calcium die uit de grond verkrijgbaar is. In hoofdstuk 8 staat een vrij diepgaande beschrijving daar over. Als een composthoop werd opgebouwd uit een verscheidenheid van materialen die afkomstig zijn van bodems die adequaat calcium bevatten, dan is het toevoegen van extra kalk niet nodig. Alhoewel is het zo, dat als de materialen die gecomposteerd werden deficiënt waren aan calcium, dat dan de organismen van de decompostering zich niet volledig ontwikkelen.

Terwijl ik dit boek schreef, bevroeg ik de vereerde Dr. Herbert H. Koepf over het gebruik van kalk in de composthoop. De biologisch-dynamische boeken van Koepf dienden in de 1970er jaren als mijn eerste kennismaking met tuinieren. Alhoewel hij achter in de zeventig is, is hij nog altijd actief. Koepf gelooft dat kalk niet nodig is als men een mengsel composteert die een groot deel mest bevat omdat de decompostering van proteïnehoudende materialen dan bij een min of meer neutrale pH verloopt. Alhoewel is het zo dat als men mengsels van vegetatie zonder mest composteert, dat de omstandigheden de neiging hebben om die erg zuur te laten worden en wordt zo de bacteriële fermentatie belemmerd. Om de lage pH te corrigeren adviseert Koepf landbouwkalk in de hoeveelheid van ca. 25 pond per ton

vegetatief materiaal, dit gewicht op basis van droge stof. Om het droge gewicht te schatten kan men zich herinneren dat dit uit 70-80% water bestaat. Om te verhinderen dat organisch materiaal zoals hooi bederft, wordt het eerst gedroogd tot het minder dan 15% vochtgehalte bevat.

Er is nog een andere reden dat men zich er van moet verzekeren dat de composthoop voldoende calcium bevat. De azobacteriën die stikstof kunnen vervaardigen in rijpende composthoppen zijn voor hun activiteit afhankelijk van calcium. Het toevoegen van landbouwkalk in zulk een situatie kan erg nuttig zijn en zal het decomposteringsproces enorm versnellen, en de kwaliteit van de compost verbeteren. Albert Howard gebruikte vooral kleine hoeveelheden calcium in zijn composthoppen om de vervaardiging van stikstof te helpen. Tegelijkertijd gebruikte hij ook veel verse rundermest.

Het toevoegen van kalk om composthoppen op te warmen resulteert echter in het verlies van veel ammoniakgas. Misschien is dit de reden dat sommige mensen er tegenop zien om kalk te gebruiken in enigerlei composteerproces. Onthoudt echter goed dat een mesthoop geen composthoop is. Alhoewel beide zullen opwarmen en vergaan, ligt de beginnende C/N van een boerenmesthoop rond de 10:1, terwijl een composthoop die bestaat uit tuin- en keukenafval rond de 25:1 en de 30:1 ligt. Hoog stikstofrijk materiaal zoals verse mest of lentegrasmaaisel kan decomposterende zonder afstelling van de koolstof-tot-stikstof verhouding met minder krachtig materiaal maar toch ammoniak verliezen, of er nu wel of geen kalk in zit.

Alleen landbouwkalk of beter nog dolomietenkalk, zijn bruikbaar in composthoppen. Ongebluste- of gebluste kalk zijn gemaakt van verhitte kalksteen en ondergaan een krachtige chemische reactie als ze met water gemengd worden. Dit kan dan wel goed zijn om cement van te maken, maar niet voor het meeste gebruik in de landbouw.

*Lijnzaadmeel. Zie Katoenzaadmeel.*

**Mest.** Verse mest alleen kan de meest nuttige toevoeging aan de composthoop zijn. Wat die bijzonder maakt is dat er veel actieve verteringsenzymen in zitten. Deze enzymen blijken er toe bij te dragen dat er vlugger wordt opgewarmd en resulteren in een fijnere textuur, een grondigere gedecomposeerde compost die bij de planten een hogere groeirespons uitloost. Mest van rundvee en andere herkauwers met meerdere magen bevat ook de cellulose-decomposterende bacterie. Bodemdiertjes voorzien in even zulke verteringsenzymen omdat ze werken in de laag boven de bosgrond, maar vooral omdat insecten en andere kleine diertjes veel van een composthoop kunnen eten, zullen goed opgezette composthoppen zich snel opwarmen, en zo alles er uit verjagen of doden, uitgezonderd micro-organismen en schimmels.

Alles bovenstaande kan interessant zijn voor de landbewerker of groentetuinier in de achtertuin, maar klinkt waarschijnlijk onpraktisch voor de meeste lezers van dit boek. Vertwijfel niet als er geen verse mest verkrijgbaar is of als het gebruik er van niet

aantrekkelijk is. Compost die gemaakt wordt met verse mest werkt alleen een beetje vlugger en produceert gewoon maar een klein beetje beter product dan compost die geactiveerd werd met zadenmeel, slachthuisconcentraat, vermalen alfalfa, grasmaaisel, keukenafval of zelfs gedroogde mest in zakken. Compost die gemaakt wordt zonder enigerlei verse mest doet het zekerlijk evenzo !

Als men mest evalueert, dan onthoudt de vele valkuilen. Verse mest is erg waardevol, maar als je er krijgt die van te voor al op een hoop lag die zich al opwarmen kon, dan zal veel van de stikstof er in al verloren zijn gegaan in de vorm van ammoniakgas en terwijl de waardevolle verteringsenzymen vernietigd zullen zijn door de hoge temperaturen in het binnenste van de hoop. Een overeenkomstige degradatie treedt op bij de verteringsenzymen als de verse mest gedroogd wordt en in zakken wordt verpakt. Gewoonlijk komt gedroogde mest uit boerenbedrijven waar die ook eerst nat op elkaar gegooid wordt en door een krachtige verhittingsproces ging. Dus, als je gedroogde mest wilt gaan gebruiken om de C/N van een composthoop te verlagen, dan zou ik dit alleen op basis van de kosten per kilo stikstof aanschaffen. In sommige gevallen is het goedkoper om zadenmeel te gebruiken dat beter in staat is om de koolstof-tot-stikstof verhouding te verlagen, zelfs beter dan verse mest.

Er zijn vele soorten verse mest en vele soorten van hetzelfde type mest die niet hetzelfde zullen zijn. Dit demonstreert het principe van wat er in gaat er ook uit komt. Planten concentreren proteïnen en minerale voedingsstoffen in hun zaden, dus dieren die op zaden worden gevoerd (zoals kippen), scheiden mest uit die bijna net zo hoog in mineralen ligt en met een C/N als zadenmelen (ca. 8:1). Alfalfa hooi is een lid van de leguminosa-familie met een C/N van ca. 12:1. Konijnen die bijna geheel op alfalfakorrels werden gevoerd maken een rijke mest met een overeenkomstige C/N. Lentegras en hoge kwaliteitshooi en andere groene planten hebben een C/N die bijna net zo goed is als die van alfalfa. Vee dat gevoerd wordt met het beste hooi dat gesupplementeerd wordt met graan en kuilvoeder produceert een behoorlijk rijke mest. Maar het is erg voor het vee dat probeert te overleven als "stroverbranders", die veel volwassen gras van uitgeputte velden eten. Hun mest zal net zo arm zijn als hun voedsel en de grond waar ze op proberen te leven.

Als men mest evalueert, dan vergeet niet de kwaliteit en hoeveelheid van het ligstro waar die op ligt te bekijken. De omringende stallen hier in de omgeving houden hun luie paarden op zaagmeel van dennenhout. De rijpaarden krijgen doorgaans erg op stro lijkend gras gevoerd dat afkomstig is uit de omgeving, met daarbij voldoende alfalfa en graan aangevuld om een minimale gezondheidstoestand te kunnen behouden. De "paardenmest" die ik van deze stallen haalde bleek meer uit zaagmeel te bestaan dan uit mest. Deze had een C/N van minstens 50:1 tot 60:1. Die zal nauwelijks opwarmen uit zich zelf.

Mest die met stro gemengd wordt is meestal een rijker materiaal. Vaak is dit soort mest afkomstig van melkvee. Het moderne melkvee krijgt zadenmeel en andere concentraten gevoerd om hun overeind te houden tegen de uitputting van de hoge melkproductie. Na de konijnen- en kippenmest komt nu de paardenmest van goed gevoerde dieren zoals renpaarden of echt zwaar werkende dieren. Zekerlijk is het daar mee bijna dezelfde situatie als met

koeienmest. Voor het tijdperk van de chemische bemesting, namen de handelende tuiniers uit de buitenwijken van de grote steden wagenladingen producten mee naar de markt, en kwamen terug met een zelfde gewicht aan "paardenhopen" van de straat. Wat men het liefst had was "korte mest" oftewel paardenmest zonder enigerlei ligstro-materiaal erin. Mestmengels met ligstro werd "lange mest" genoemd, en werd gezien als vrijwel waardeloos.

Verder is het ook nog zo dat de helft van de uitgescheiden stoffen van dieren uit urine bestaat, en er wordt te weinig waarde aan urine toegekend. Reeds in 1900 was het wel bekend dat als je een ton (drooggewicht) aan hooi aan een dier voerde en de resulterende mest daar uit zou wegen nadat die gedroogd was, dat er maar 400 kilo overbleef. Wat gebeurde er met de andere 800 kilo droog materiaal?

Een deel er van ging natuurlijk naar de groei van het dier, een ander deel er van werd enzymatisch "verbrand" als energieleverancier, en de afvalstoffen daarvan werden uitgestoten als CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O. Het meeste daar van werd uitgescheiden in vloeibare vorm. Maar wat is vertering anders dan de enzymatische omzetting van droog materiaal naar een vloeibare oplossing, zo dat het door de bloedstroom kan circuleren om indien noodzakelijk gebruikt of uitgescheiden te worden. Urine bevat ook vele complexe organische substanties en cellulaire afbraakproducten die de gezondheid van de bodemecologie verbeteren.

Het is echter wel zo dat men urine niet makkelijk kan vasthouden in het ligstro. Het heeft de neiging om er van af te lopen en er doorheen in de grond weg te lekken terwijl het eigenlijk in het ligstro zou moeten worden geabsorbeerd. In dit opzicht is kippenmest en ook mest van ander gevogelte erg waardevol omdat de vloeistoffen en vaste stoffen van hun uitscheidingsproducten goed worden gemengd zodat er niets verloren gaat.

Toen Howard zijn systeem in Indore uitwerkte om superieure compost te maken, was hij zich degelijk bewust van de waarde van urine en besteedde veel zorg aan de opvang en het gebruik er van.

**Papier** bestaat bijna geheel uit cellulose en heeft een zeer hoge C/N net zoals stro of zaagmeel. Het kan worden gezien als een waardevolle soort bulkmateriaal om te composteren als je deze compost als mulchmateriaal gebruikt. Anders bekeken kan het composteren ook een praktische manier zijn om zelf papier te recyclen. De sleutel om papier te composteren is door het klein te malen. Lagen papier zullen op elkaar gaan zitten als een luchtloze massa. Er bestaan molens die met een motor worden aangedreven en die vlug klaar zijn met het kleinmaken van papier. Als het eens kleingemaakt en gemengd met andere materialen is, gaat papier niet meer samengepakt zitten tot een compacte massa dan grasmaaisel. Zelfs ook zonder zulk een met motor aangedreven apparaat kunnen kranten klein gescheurd worden met de hand, of makkelijk tot smalle strips worden gemaakt door een heel deel er van in de lange weg langs de nerf van het papier te scheuren, om er zo niet mee hoeven te worstelen.

---

**Het evalueren van het stikstofgehalte.**

---



Een zak gedroogde koeienmest weegt 25 pond en op het etiket staat dat het 1 procent stikstof bevat. Dat betekent dat 4 zakken 100 pond wegen en dus 1 pond actuele stikstof bevat.

Een zak van 50 pond katoenzaadmeel bevat 6 % stikstof. 2 zakken wegen 100 pond en bevatten 6 pond actuele stikstof.

Daarom zijn er 24 zakken koeienmest nodig om de stikstof te evenaren die in 2 zakken katoenzaadmeel zitten.

Als koeienmest \$1.50 per zak kost, dan kosten 6 pond actuele stikstof van koeienmest 24 maal \$1.50 = \$36.00.

Als 50 pond katoenzaadmeel \$7.50 kost, dan kosten 6 pond actuele stikstof van katoenzaadmeel  $2 \times \$7.50 = \$15.00$ .

Wel, laten we nu eens even kijken waarom industriële boeren die allen aan direct financieel profijt denken, chemische meststoffen gebruiken. Ureum, een chemische vorm van urine die gebruikt wordt als stikstofmest, bevat 48% stikstof. Dus, 100 pond ureum bevat 48 pond stikstof. Die hoeveelheid ureum kost ook rond \$15.00 !

Zonder rekening te houden met de waarde er in termen van fosfor en kalium en andere mineralen, kost de stikstof van zadenmeel minstens 8 x zo veel per pond dan stikstof van ureum.

Kranten, zelfs die gekleurde inkt bevatten, kunnen veilig gebruikt worden in composthoopen. Ondanks dat sommige gekleurde inkten zware metalen bevatten, worden die niet bij kranten gebruikt.

Overdenk echter voor dat je kranten in de composthoop gaat gebruiken, nog eens de analyses van de vele soorten compost die in het voorgaande hoofdstuk in tabel staan. De hoofdzakelijke reden waarom de meeste composteringssystemen van de overheid in een laag kwaliteitsproduct resulteren met zulk een hoog C/N is, omdat ze een groot deel papier daar voor gebruiken. Als je compost er voor bedoeld is om als mulchlaag op overblijvende plantenbedden gebruikt te worden of om verspreid te worden over grasperken, dan is het geen probleem om een stikstofarm product te gebruiken, maar als je compost gebruikt moet worden voor de groentetuin of moet gebruikt worden om je grootst mogelijke bloemen te laten groeien, dan kan men krantenpapier beter op een ander manier recyclen. Karton, vooral gerimpelde karton, is beter dan krantenpapier om compost van te maken, omdat de biologisch afbreekbare lijmen er in veel stikstof bevatten. Wormen houden veel van kartonmulch. Net als alle andere vormen papier, moet het karton om het te composteren ook vermalen of zo klein als mogelijk gehakt of geknipt worden en grondig gemengd met andere materialen.

**Huisdierenmest** kan ziekmakende organismen bevatten die mensen kunnen infecteren. Alhoewel composteringssystemen van de overheid zulke ziektes veilig kunnen elimineren, kan het zelf thuis composteren van honden- en kattenmest wel risico's inhouden als de compost bedoeld is voor het voedseltuinieren.

**Natuurfosfaat.** Als je tuin te weinig fosfor bevat, dan doe er steenmeel van natuurfosfaat er bij, zodat de beschikbaarheid in de tuin daar door verhoogd wordt; dit is

een betere methode dan de gewone fosfaat aan de grond toe te voegen. Als de vegetatie van je omgeving afkomstig is van grond die ook gebrekkig in fosfor is, dan is het toevoegen van fosfaatsteenmeel een gezondere verzorging van de decomposteringsecologie en zal de kwaliteit van de compost verbeteren. De juiste hoeveelheid is ongeveer 5-10 pond natuurfosfaat toegevoegd aan 1 kubieke meter ongecomposteerd organisch materiaal.

**Rijstkaf:** Zie Boekweitkaf.

**Steenmeel.** Alle plantenvoedingsstoffen met uitzondering van stikstof zijn oorspronkelijk afkomstig van gedeecomposteerde stenen. Niet alle steensoorten bevatten even grote concentraties en soorten elementen die de planten als voedingsstoffen gebruiken. Als gevolg daarvan brengt niet alle soort grond weelderig groeiende gezonde planten voort. Een erg natuurlijke manier om de algehele vruchtbaarheid van de grond te verbeteren, is door er fijn vermalen steenmeel van hoog mineraalhoudende stenen er over te verspreiden en er in te werken.

Deze methode is niets nieuws, zowel kalksteen als dolomiet - - zachte makkelijk te vermalen stenen werden reeds eeuwen lang gebruikt om calcium en magnesium aan de grond toe te voegen. Reeds langer dan 100 jaar werden steenmeelfosfaat en kainiet - - een zacht makkelijk oplosbaar natuurlijk voorkomende steen die rijk is aan kalium, magnesium en zwavel - - klein gemalen en als vruchtbarmakende bemestingsstof gebruikt. Andere steenmeelbronnen zoals het groenzand van Jersey werden in het Oosten van de Verenigde Staten al lang gebruikt op sommige ongewoon kaliumgebrekkige gronden.

De laatste tijd werd het een gewoonte om de grond te hermineraliseren met veel steenmeel. Integendeel tot de meeste andere gebruiken en liefhebberijen is dit een wijze manier die voortgezet zou moeten worden. De beste gesteentesoorten om te gebruiken zijn zeer fijn gemalen "basisch" stollingsgesteenten zoals basaltmeel. Deze worden "basisch" genoemd, omdat ze tegenovergesteld zijn aan de "zure", en omdat ze rijker zijn aan calcium en magnesium, en met mindere hoeveelheid kalium. Als de grond zich opbouwt uit deze materialen, dan heeft die de neiging om niet zuur te worden. De meeste basische stollingsgesteentes bevatten ook een breed spectrum aan minerale sporenelementen. Ik heb opmerkelijke verbetering in de plantengroei vastgesteld door het gebruik van gewoon basaltmeel dat ik zelf van een transportband schepte op een plaatselijke steengroeve waar vermalen stenen werden gemaakt voor het maken van wegen. Basaltmeel was een onbedoeld bijproduct daar van.

Alhoewel hoog gemineraliseerde steenmeel een waardevolle bodemtoevoeging is moet de waarde er van evenredig zijn aan de kosten. Gebruikshoeveelheden van 1-2 ton per acre (4047 m<sup>2</sup>) zijn minimaal. John Ramaker's *The Survival of Civilisation* raadt 8-10 ton per acre aan bij de eerste aanwending en ieder paar jaar daarna 1-2 ton. Dit betekent dat de correcte prijs voor steenmeel overeenkomt aan de prijs van landbouwkalk, en in mijn omgeving is dat ongeveer 60-80 dollar per ton in zakken. De lokale boeren betalen ongeveer 40 dollar per ton

in grote hoeveelheden, daarbij is inbegrepen dat de verkoper het over het veld verspreid. De prijs van 1 zak van 50 pond steenmeel lag voor kort nog rond de 2 dollar. Tegenwoordig kost dit waarschijnlijk enkele malen zo veel, omdat steenmeel een nieuwigheid is.

De activiteiten van schimmels en bacteriën zijn de meest potente krachten die de voedingsstoffen beschikbaar maken aan de planten. Zo nuttig als het inwerken van het steenmeel in de grond kan zijn; verhoogt de intense biologische activiteit van de composthoop de beschikbaarheid daar van. En de aanwezigheid van deze mineralen kan een composthoop die voedingsstoffengebrekkige vegetatie heeft vlugger laten werken en zal een betere bemestingsstof opleveren. Als het juiste soort van steenmeel beschikbaar is en goedkoop dan verwerk ik het in ongeveer 5% aan volume in mijn hoop en meng dit met veel grond.

***Saffloerzaadmeel.*** Zie katoenzaadmeel.

***Zaagmeel*** bestaat uit praktisch niets anders dan koolstof. In kleine hoeveelheden is het nuttig om de composthoop wat voller en luchtiger te maken en het compact op elkaar zitten te voorkomen. Alhoewel is dit alleen maar zo indien het uit ruw materiaal bestaat zoals afkomstig van zaagmolens en kettingzagen. Het fijnere zaagmeel van de meubelmakerij en timmermanswerkplaats kan te compact en luchtloos op elkaar gaan zitten. Zie onder *Papier* over uitleg van het verlagen van de bemestende waarde van compost d.m.v. hoog C/N materiaal.

***Zeewier*** is een bijzonder materiaal voor de composthoop als het vers verkregen wordt. Net zoals alles dat leeft in de oceaan, is ook zeewier rijk in alle sporenelementen, en bevat het beduidend veel van de hoofdzakelijke voedingsstoffen, vooral kalium, en met mindere hoeveelheden fosfor en stikstof. Zeewier verrijkt de composthoop en decomposteert erg vlug, en helpt andere materialen om af te breken. Het is vaak zwaar en zelfs gevaarlijk om het in te zamelen en thuis te krijgen, maar als het verkrijgbaar is, dan zou zeewier niet bij de afval gerekend mogen worden en weggegooid. Diegenen die veel geld hebben kunnen ook kelpmeel in de composthoop verwerken om een zelfde effect te verkrijgen. Alhoewel kan kelpmeel goedkoper zijn als het als deel van een compleet organisch meststofmengsel gebruikt wordt dat in de grond wordt gewerkt.

***Bomen- en struikensnoeisels*** zijn moeilijke materialen ter compostering of je zou er al een machine voor moeten hebben. Zelfs nadat het van de ene warme composthoop naar een andere wordt omgeschept, kunnen twijgen van 1 cm dikte soms enkele jaren er voor nodig hebben om volledig te decomposter. En het omscheppen van een hoop die lange takken bevat kan erg moeilijk zijn. Maar het kopen van een sterke machine alleen maar om een paar kruiwagens per jaar aan hegge- en boomsnoeisels te vermalen, kan niet bepaald goedkoop zijn. Ik zou aanraden om enigerlei takken die langer dan je pink zijn, goed samen te binden in kleine bundeltjes van een diameter van 30 cm en 40 cm lang, en deze bundeltjes dan in open haard of kachel te verbranden. Dit zal op lange duur minder werk zijn.

**Aarde** in de composthoop is een vaak overzien maar hoogst belangrijk deel er van. Het minste van zijn vele voordelen is dat aarde oneindig veel micro-organismes bevat die de decompostering ondersteunen. Vele compostable materialen komen samen met wat aarde dat er reeds aanzit op de composthoop terecht, en er zijn er maar enkele waar geen aarde aan zit. Maar wat extra aarde garandeert dat deze micro-organismes in het begin in voldoende aantal en variëteit aanwezig zijn. Aarde bevat ook onoplosbare mineralen die door biologische activiteit oplosbaar gemaakt worden. Enkele van deze mineralen kunnen wel in het materiaal zelf zitten en hun toevoeging kan de gezondheid en kracht van de hele decomposteringsecologie verbeteren. Alhoewel kan een behoorlijke toevoeging van steenmeel dit zelfs beter volbrengen.

Hoogst belangrijk is dat de aarde micro-organismes ter nitrificatie bevat die makkelijk het ammoniakgas tot nitraat omzet, en klei die tijdelijk de ammoniak zal vangen en vasthouden.

Nitrificerende bacteriën leven niet buiten de aarde om. Tenslotte dient een meerdere centimeter dikke laag grond die de hoop overkapt als een extra isolator die de warmte er in houdt, die de binnentemperatuur van de hoop laat stijgen en het vocht er in te houden. Het is een juiste doelstelling om de composthoop op te bouwen door die te vermengen met 10% aan drooggewicht aan aarde.

Probeer ongeveer zo aan aarde te denken als de mensen die in een atoomreactor die de reacties besturen door het vangen van neutronen. De aarde zal de C/N van een hoop niet veranderen, maar omdat ze niet veel onderhevig is aan afbraak zal het de maximale temperatuur van de decompostering een beetje lager maken; terwijl het wel de ammoniak uitstoot opvangt en betere omstandigheden voor de stikstof vervaardigende bacteriën schept om de C/N van de hoop te verbeteren als deze afkoelt en rijpt.

**Soyameel.** Zie *Katoenzaadmeel*.

**Stro** is een koolstofrijk materiaal dat erg lijkt op zaagmeel maar dat gewoonlijk wat meer voedingsstoffen bevat. Het is een waardevolle luchtbrenger in de hoop, elke stengel fungeert als een luchtbuisje om die er in te laten en door de hoop te laten stromen. Te veel lang stro kan het erg moeilijk maken om de hoop de eerste keer om te scheppen. Ik geef er meer de voorkeur aan om de mest te mengen met stro dan met zaagmeel.

**Zonnebloempittenmeel.** Zie *Katoenzaadmeel*.

**Vleesmeel** (soms wordt het zo genoemd), is slachthuisafval of ook fabrieksafval van alle dieren, uitgezonderd bloed en vet. Zie ook onder *Hoorn en hoefmeel*.

**Tofu** fabrieksafval. Okara is de pulp die overblijft na het maken van sojamelk als die uitgeperst wordt na het koken, gemalen sojabonen. Kleine tofu makers zullen elke dag vele liters okara hebben die ze kwijt willen. Dit maakt het tot een goed varkensvoedsel, dus zal

het weinig moeite kosten om dit te krijgen. Net als enigerlei andere zadenafval ligt okara erg hoog in stikstof, en zal nat zijn en makkelijk gaan rotten net zoals afval uit de brouwerij. Meng het direct in de composthoop.

**Urine.** Zie onder *mest*.

**Onkruid.** Het voedingsgehalte varieert erg veel afhankelijk van de soort en leeftijd van de plant. Onkruid dat zaad schiet ligt beide laag in stikstof en het is noodzakelijk om het midden in de hoop te leggen om het zaad te laten afsterven. Zacht jong onkruid is net zo rijk aan stikstof als het lentegras.

Onkruid dat zich d.m.v. ondergrondse stammen of wortelstokken voortplant net zoals Johnsongras en dergelijke kunnen beter verbrand worden.

**Houtas** van *hardhout* is rijk aan kalium en bevat beduidend veel calcium en andere mineralen. De as van coniferen kan ook erg rijk aan kalium zijn, maar bevat voor de rest maar weinig andere mineralen. Houtas die over de grond wordt verspreid heeft door uitlekken de neiging om de voedingsstoffen er van vlug te verliezen. Als deze voedingsstoffen in je grond nodig zijn, dan voeg beter de as aan je composthoop toe waar het een onbereikbaar deel van de biomassa wordt die beetje bij beetje in de tuin vrijkomt als de compost gebruikt wordt.

*Grotere stukjes hout* composteren maar langzaam, alhoewel ze aan de composthoop mogen worden toegevoegd als men geen haast heeft. Hun stugge mechanische eigenschappen en de vorm er van ondersteunen het om lucht in de hoop te brengen. Ze zijn wat voedingsrijker dan zaagmeel.

**Wolafval,** zie onder Haar.

## Hoofdstuk 5.

### Methodes en variaties.

*Opmerking voor de lezer van de internetversie: In het Engels origineel op papier geschreven boek staat zowel dit als het volgende hoofdstuk veelvuldig geïllustreerd afgebeeld met tekeningen over composthoppen en de verschillende manieren daarvan, etc. Deze zijn niet goede kopieerbaar naar de internetversie en staan er daarom hier niet er bij.*

Omdat ik het grootste deel van het voedsel van mijn familie kweek, slurpt dit veel energie voor het tuinieren op. Dus is mijn tuin netjes maar toch ruig begroeid. Gemotiveerd door wat ik geheel als rationeel beschouw wordt mijn grasveld alleen maar gemaaid als het de

grasmaaier te veel dreigt te worden en het grasveld wordt ook niet besproeid, dus wordt dit wel eens vlug bruin en stopt de groei in de zomer wel eens.

Omdat ik op een mooi stuk land langs een rivier woon dat omgeven is door laag berglandschap, laat ik er geen bloemen groeien. Niets wat ik zelf zou doen zou vergelijkbaar kunnen zijn met hetgeen dat de natuur daar vrijelijk het oog biedt. Aan de voorkant van het huis staan wat conventionele vaste planten, maar bij de ingang aan de Noordoostzijde, staan planten afkomstig van Oregon zoals varens, druiven van Oregon en een bijna wilde rododendron - - al deze plantensoorten groeien goed zonder enigerlei bewatering.

Toen in lezingen gaf, kreeg ik vele verbazingwekkende tuinvarianties te zien die mensen kunnen maken. Sommige mensen kweken plantenbedden op een kleine verhoging. Ook kreeg ik foto's te zien van vierkante plantenbedden met een wand er omheen, geheel omlijst tussen cederhouten planken. Sommige tuinen worden in rechte rijen beplant, en andere in zorgvuldig uitgerekende opeenvolgend hexagonaal tussenbeplantte delen. Sommigen mensen eten maar weinige soorten groenten, maar kweken toch grote velden maïs en bonen, om in te maken en in te vriezen.

Andere kweken kleine bedden met vele soorten en met gourmetproducten die het hele jaar door groeien en voor hun plezier ter beschikking staan. Sommige tuiniers kweken bloemendisplays in Engelse stijl die iedere vierkante centimeter van hun tuin bedekken, en die een constante opeenvolging van kleur en model bieden.

Dit hoofdstuk biedt enkele van de vele manieren waarop mensen met hun afval van hun tuin en keuken kunnen omgaan. Het composteren biedt net als het tuinieren vele varianties.

### **Composteerbakken en andere methodes.**

In mij vroegere jaren dacht ik dat het leven op aarde verbeterd kon worden door de jeugd op school een bepaald begrip over de geschiedenis bij te brengen. Ik geef toe dat ik daar in grotendeels gefaald heb en het lesgeven na enkele jaren heb opgegeven. Alhoewel leerde ik zelf toch ook wel een hele hoop uit het lesgeven en het vertellen van verhalen. Ik las vele oude verslagen, dagboeken en reisverslagen. Uit sommige documenten leerde ik maar een beetje, maar via andere leerde ik bijzondere personen kennen die me hielpen in het begrijpen van hun tijdperk.

Het lijkt er op dat datgene dat het verschil uitmaakt tussen goed en slecht verslag uitbrengen de manier is hoe vrijelijk en eerlijk dat de verslaggever over zijn persoonlijke meningen, vooroordelen en zienswijze schrijft. Hoe opener en directer dat de reporter is, hoe beter dat de lezer onvermijdelijke vervormingen opmerkt en een beeld er van kan krijgen van wat er gebeurd kan zijn. Hoe "objectiever" dat de reporter probeert te zijn door zijn eigen zienswijze te vermijden, hoe van minder waarde de informatie is.

Voordat ik die waardevolle helpende toestellen, vaten en andere materialen ter compostering bespreek die een consument van je maken, wil ik je eerst zeggen dat ik een zuinige mens ben die onnodige dure uitgaven vermijd. Ik houd daarbij een volledige juiste rechtvaardiging voor mijn zuinigheid aan: ik geef de voorkeur aan een leven van vrijwel niet-werken. Wanneer ik ook maar iets wil kopen is het mijn gewoonte geworden om mezelf eerst eens af te vragen of het gewenste object me net zo veel plezier zou opleveren als te weten dat ik de volgende morgen op zou staan en niet zou hoeven te werken. Gewoonlijk besluit ik dat ik het geld er voor dan maar beter spaar, zo dat ik niet nòg meer geld moet gaan verdienen. In het uiterste geval, herhaal ik het oude marsliedje als een mantra: "Make do ! Wear it out ! When it is gone, do without! Bum, Bum! Bum bij Dum! Bum bi di Dum, Bum bi Dum!".

Dus gebruik ik geen hakselaar of zoiets als geduld beter op zijn plaats is, en ik koop of maak geen composteerbakken en draag niet bij aan de schoonheidsmaatstaven van anderen, zodat compostbakken of CompostTumblers voor mij niet noodzakelijk zijn. Alhoewel accepteer ik dat anderen anders leven.

Ik moet je er voor waarschuwen dat mijn beschrijvingen van composteergereedschappen waarschijnlijk een beetje verdraaid zijn, maar dat ik mijn best doe om redelijk te zijn.

Het voornaamste eerste voordeel van het composteren in een compostbak of -vat is het uitzien er van. In de Noord-Europese propere zin van het woord is elke compostbak altijd mooier dan de naakte schoonheid van een normale hoop. Het ontwerp van een composteerbak kan ook wel sommige extra voordelen bieden maar geen enkele dergelijke methode kan alles mogelijk maken. In een besloten ruimte kan het mogelijk zijn om een hoop kleiner dan 30x120x120 op te warmen omdat de zijkanten en soms ook de bovenkant van de composteerbak die ruimte isoleren. Dit is een groot voordeel voor iemand die een kleine postzegelgrote achtertuin heeft, en die iedere vierkante meter hard nodig heeft. Evenzo weerhoudt dit inpakken van de hoop het verlies van vocht. Sommige modellen composteerbakken weren schadelijke dieren af.

Van de andere kant kunnen dergelijke bakken en tonnen etc. het moeilijker maken om compost te maken. Het gebruik van een fabrieksmatig gemaakte bak of vat of ander soort behouder, kan het moeilijk maken om de hoop om te scheppen en zo kan men al bijna gedwongen zijn om een soort van hakselaar of iets dergelijks te kopen om eerst de afmetingen van het materiaal te verkleinen. Ook kosten deze vele composteerhulpjes gezien vanuit het oogpunt van levensduur etc. net zo veel of nog meer geld als de waarde van het materiaal dat ze ooit kunnen opleveren. De financiële kosten moeten tegemoet komen aan de ecologische kosten, dus kan het besteden van geld aan kort levend plasticmateriaal of makkelijk roestend metaal enigerlei voordeel voorbij streven dat verkregen wordt uit het recyclen van tuinafval.

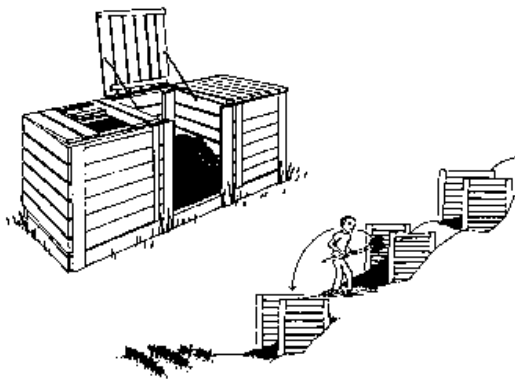
## **Het bouwen van je eigen Composteerbak.**

Waarschijnlijk is het beste zelf thuis gemaakte composteerontwerp het meervoudige bakkensysteem waarin apart gescheiden naast elkaar liggende bakken de voortdurende decompostering vergemakkelijken. Elke bak is ca. 120 cm breed langs de buitenkant, en 90-120 cm hoog. Gewoonlijk bestaat de scheidende wand tussen de bakken in uit één stuk. Elke bak kan aan de voorkant geheel geopend worden. Ik denk dat het beste model een verwijderbare uit latten bestaande scheidingswanden heeft tussen een rij van 4 (niet 3) houten bakken die bestaan uit in 3 afnemende maten: 2 grote, 1 middelgrote, en 1 kleine. Er kunnen ook alternatieve bakken gemaakt worden van ongemetselde betonblokken met verwijderbaar houten voorfront. Permanent altijd op dezelfde plaats staan blijvende bakken van betonblokken of van hout, kan men maken met vocht- en regenafwerende van hengsels voorziene deurtjes.

Er zijn twee functionerende composteersystemen die dit zo hebben. De meeste composteerders verkrijgen materialen die te langzaam en trapsgewijs composteren om er in één keer een grote hoop van te kunnen maken. In zulke gevallen raad ik het 4-bakken systeem aan, waarin 1 grote bak als bewaarplaats voor de droge vegetatie wordt gebruikt.

Begin te composteren in bak nr. 2 door de droge inhoud die tijdelijk opgeslagen werd in bak nr. 1 te vermengen met keukenafval, grasmaaisel, etc.

Als eens bak nr. 2 gevuld en opgewarmd is, dan verwijder de planken aan de voorkant er van en die van de zijkant die ze scheiden van bak nr. 3, en schep de hoop om naar bak nr. 3, en zet dan één voor één de zijplanken weer er in als bak nr. 3 gevuld is. Bak nr. 3 die ca. 2/3 van de afmetingen van bak nr. 2 is, zal dan tot aan de rand gevuld zijn. Er kan een nieuwe hoop opgezet worden in bak nr. 2 als bak nr. 3 aan het "koken" is.



Herhaal de procedure als bak nr. 3 zich beduidend omgezet heeft, en schep bak 3 in bak 4, etc. Tegen de tijd dat het materiaal in bak 4 wederom opgewarmd en afgekoeld is, zal de compost geheel of bijna omgezet zijn. Als men tijdens dit omscheppen resistent nog niet voldoende vergaan materiaal tegenkomt, dan kan dit in plaats van in de volgende bak geschept te worden, weer teruggeschept worden in een eerdere bak om nog eens een decomposteringsfase te doorlopen.

Misschien kan en luie tuinier voor de slimste manier van composteren toevlucht nemen tot een heuveltje ergens op zijn land om daar een reeks aparte bakken achter elkaar te plaatsen, de



ene een stukje hoger dan de andere, waardoor de noodzaak ter verwijdering van de zijschotten vervalt. Terwijl het maken en omgooien van de compost in de volgende bak vrij makkelijk verloopt.

Een simpel gebouwd alternatief laat het maken van de verwijderbare schotten tussen de bakken vervallen zoals ook het over de wanden heen scheppen van het materiaal naar de volgende bak. Hier wordt iedere bak als een apart composteerproces gezien. Als de tijd er voor gekomen is om de hoop er uit te scheppen wordt de voorkant er van verwijderd, en de hoop aansluitend weer teruggeschept. Om dit zo te doen kan het noodzakelijk zijn om eerst ca. de helft van het materiaal uit de bak te scheppen op een hoop er naast, en vervolgens dan de andere helft om te scheppen die er in de bak overbleef en daar na hetgeen dat er uit geschept werd er bovenop te scheppen. Dan zal het materiaal in de bak verder slinken en decomposteren. Indien de compost voltooid is zal dit alleen nog maar een klein deel van de bak vullen.

Bakken verminderen het vochtverlies en houten bakken hebben het bijkomende voordeel, dat ze de temperatuur goed isoleren: 2  $\frac{1}{2}$  cm dik hout isoleert net zo veel als 30 cm beton.

Composteerbakken hebben ook een benadelende verminderde luchtstroom die de compostering verlangzaamt, en die het proces eventueel anaerobisch maakt. Als dit mogelijk zou gebeuren, kan de luchtstroom verbeterd worden door de hoop op een lattenbodem te bouwen die gemaakt is uit met Cuprinol behandeld 60 - 120 cm latten die ongeveer 7,5 cm apart uit elkaar vastgemaakt werden op de achterkant. Luchtkanalen kunnen goedkoop gemaakt worden uit septische plastic buizen met daarin gaten geboord, en worden tussen de latten ingelegd om zo de luchtstroom te verbeteren. Ik zou geen reeks bakken bouwen met leidingen die in de bodem liggen. Deze kunnen indien noodzakelijk ook later er aan toegevoegd worden.

Er kunnen ook veel eenvoudigere vaten gebouwd worden uit omheiningsdraad, waar in gaten van 5 x 10 cm zitten, en die 100-125 cm hoog is. Deze omheiningsdraad wordt dan rond gebogen tot die 120-150 cm in diameter is. Ik denk dat een serieuze tuinier er één met een diameter van 150 cm nodig heeft, en twee van 120 cm. Deze draad is sterk genoeg om zich zelf te ondersteunen als die rond gebogen wordt. Dit zelf thuisgemaakt bakkensysteem is de goedkoopste.

Als er dan composteermateriaal beschikbaar is wordt deze dradenbak langzaam er mee gevuld. Als die dan vol is en zich goed gezet heeft, kan de draad er omheen losgemaakt en er van afgehaald worden; het materiaal zal zich dan zelf in deze cilindervorm vasthouden zonder enigerlei ondersteuning. Na een maand of twee zal de hoop zich dan behoorlijk gezet hebben en is die klaar om omgeschept te worden in een kleinere draadcilinder. Ook hier laat men het materiaal wederom zetten en indien gewenst, kan de draad vervolgens wederom verwijderd worden om weer te kunnen worden gebruikt om een andere hoop mee te maken.

Deze in draad omgeven composthopen verbeteren de luchtcirculatie maar kunnen ook het uitdrogen versnellen. De juiste plaats voor zulk een hoop is in algehele schaduw. In hete droge klimaten kan het behoud van het vocht verbeterd worden door een plastieken zeil langs de buitenkant er van te wikkelen, en indien nodig, door een ander plastieken zeil over de bovenkant van de hoop heen te leggen. Alhoewel, begrenst dit de luchtdoorstroming en bemoeilijkt het de verwijdering van de draadondersteuning. Je moet experimenteren hoeveel vocht de hoop kan vasthouden zonder dat deze anaerobisch wordt. Om de lengte van de draad te berekenen die nodig is voor een bepaalde diameter, kan men de volgende formule gebruiken: Omtrek = diameter x 3.14. Een voorbeeld om 150 cm cirkel te maken:  $1.50 \times 3.14 = \text{ca. } 480 \text{ cm draad}$ .

Met uitzondering van de "tumbler", zijn de commercieel gefabriceerde compostbakken afgeleid van een van deze twee systemen. Doorgaans worden de fabrieksgemaakte draadbakken in vierkante vorm in plaats van rond gemaakt, en kunnen ze ook gemaakt zijn van staal met een PVC-laag in plaats van gegalvaniseerd staal. Ik zie het niet als voordeliger om een draadbak te kopen in plaats van er een zelf te maken, dan alleen maar onnodige fabricagefasen en verkoop te ondersteunen door meer geld er aan te besteden. De omheiningdraad is vrij goedkoop en kan makkelijk gevonden worden in boerderijwinkels, bouwmarkten of ijzerwinkels.

Fabrieksmatige composteerbakken met zijanten van vast materiaal worden gewoonlijk gebouwd uit plaatstaal of gerecycled plastic. In koele klimaten is het een voordeel om dichte plasticwanden te hebben die de warmte terughouden en die de decompostering van een kleinere vermalen massa vergemakkelijken.

Een nauwkeurig dichte constructie voorkomt ook dat grotere schadelijke dieren en huisdieren er aan kunnen komen. Van de andere kant is het ook zo dat muizen zich door verbazingwekkend kleine openingen heen kunnen wringen. Sommige aangeboden bakken en vaten maken het composteren makkelijk, moeiteloos en ecologisch gerechtvaardigd. Alhoewel er ook enkele nadelen zijn.

Zo is het bijvoorbeeld niet mogelijk om de materialen om te scheppen als ze eens in zulke composteerbakken zitten, of het moet al zo zijn dat de hele voorkant er van verwijderbaar is. In plaats daarvan wordt altijd nieuw materiaal er overheen geschud, terwijl de tuinier via de onderkant de mogelijkheid heeft om de gerijpte compost in kleine hoeveelheden er uit te halen. Omdat er geen omscheppen aan te pas komt, wordt deze methode het "passieve composteren" genoemd. Om dit goed te kunnen laten functioneren moeten de ingrediënten er van niet al te grof groot zijn, en goed gemengd worden voordat ze er in worden gedaan.

Continu werkende composteerbakken functioneren in het algemeen vlug genoeg als men er een *mengsel* van makkelijk decompostabele materialen er in verwerkt zoals keukenafval, onkruid, grasmaaisel, en wat bladeren. Maar als de lading te veel fijn gras of ander kleverig materiaal bevat die zo anaerobisch wordt, dan moet er een speciale compost-aerator gebruikt worden om het los te maken.

De fabrieksmatige passieve composteerbakken zijn niet erg groot. De compactheid er van kan juist geschikt zijn voor mensen met een kleine tuin of die compost willen maken op hun terras of veranda. Maar als de C/N-verhouding van de materialen niet gunstig is, kan de decompostering zeer, zeer lang duren en moeten er enkele bakken na elkaar gebruikt worden. De materialen er in moeten eerst fijn gemalen of kleingemaakt worden. Door grotere weerstand biedende materialen zoals maïs, Brusselse spruiten, zonnebloemstengels, koolstengels, snoeisels van struiken, etc. zullen de bovenliggende lading van de onder ontladende composteerbak "constiperen".

De composttumbler is handig ontworpen, zodat die de decompostering versnelt door het verbeteren van de luchtdoorstroming, en het vakere "omscheppen" (draaien of mengen van de hoop) te vergemakkelijkt. Deze tumbler bestaat uit een ton met een inhoud van ca. 300 - 700 liter die men kan draaien (de grotere er van zien uit als een groot olievat), die een stuk boven de grond ligt en aan de bovenkant gevuld wordt met organisch materiaal en dan enkele weken lang iedere paar dagen gedraaid, tot dat de materialen er in gedecomposteerd zijn. Dan wordt het deurtje er van geopend en de voltooide compost valt er uit op de grond.

Tumblers hebben echte voordelen. Het vakere omzetten er van vergroot enorm de luchtvoorziening en versnelt het composteerproces. De meeste tumblers verlangzamen ook het vochtverlies omdat ze van vast materiaal gemaakt zijn - oftewel van plastic of van staal met kleine luchtopeningen. Omdat ze zich een stuk boven de grond bevinden, komen er geen schadelijke dieren aan en omdat ze vaker gedraaid worden wordt het onmogelijk voor vliegen om zich er in te nestelen en voort te planten.

Tumblers hebben ook nadelen die in het begin niet zichtbaar zijn maar pas dan als men ze een tijd gebruikt heeft. De eerste is dat ondanks de toegenomen snelheid van het composteren het composteren niet constant doorgaat. Passieve bakken zijn voortdurende verwerkers die continu werken (met uitzondering van één uniek ontwerp). Tumblers zijn daarentegen "gehele-lading-verwerkers", - - dat betekent dat ze eerst vol gemaakt moeten worden en dat dan de hele lading gedecomposteerd wordt tot het voltooide compost is. Maar wat doet men in de tussentijd dan met de nieuwe verkregen keukenafval en ook met de andere afval tijdens de twee tot 6 weken dat de lading in de tumbler zit ?

Dit kan handig opgelost worden door twee tumblers te kopen en één er van te vullen terwijl de andere aan het werken is. Maar tumblers zijn niet goedkoop! De meest goedkoopste kost 200 - 400 dollar + de vracht (het 645-liter model van hier in Europa dat in de test van organisatie Velt in 2006 gebruikt werd, kost 835 Euro).

Er zitten ook andere minder direct opvallende nadelen aan de tumbler die enigerlei vermeden werk te niet doet zonder iets anders deugdelijks er voor in de plaats te stellen, zoals tijd te sparen of het transpirerende omscheppen met een mestvork te laten vervallen. Omdat die van boven gevuld wordt betekent het dat composteermaterialen ter compostering vrij hoog opgetild moeten worden en in een kleine opening gedaan moeten worden die ongeveer op schouderhoogte of hoger ligt. Deze materialen includeren ook een vuile of

morsende emmer keukenafval. Vervolgens moet een tumbler dan iedere 2-3 dagen enkele minuten lang gedraaid worden. Het draaien aan de zwengel kan in het begin wel leuk lijken, maar daarna vaak niet meer. Bovendien verlangzaamt de decompostering zich in een nog niet gedraaide tumbler tot een zwemslagcrawl.

Maar de passieve decomposteerbak en de hoog actieve composttumbler werken veel beter als ze gevuld worden met stukjes van kleine afmetingen. De aanschaf van een van dit soort bakken zal een hakselaar of versnipperaar benodigen.

### **De U.C. methode - - hakselaars / machinale kleinmakers of versnipperaars.**

In de 1950er jaren ontwikkelde zich in Amerika voor het eerst een interesse in het composteren van stadsafval. Er bestonden al vele industriële processen in Europa, de meeste daarvan waren gepatenteerde variaties op grote duurzame composttumblers. Onderzoekers van de universiteit van Californië zetten zich er op om eenvoudigere methodes te ontwikkelen om de organische afval van de stad te verwerken zonder in zulk een zware machinerie hoeven te investeren. Hun beste systeem - met de naam U .C. Fast Compost Method - maakte al vlug compost in twee weken.

Er werd nooit beweert dat de U. C.- methode de hoogste kwaliteit compost produceerde. De oorspronkelijke bedoeling er van was om organisch materiaal te verwerken en decomposteren, dit zonder hinderlijke geuren en zo snel als mogelijk te doen. Er werd nog nooit een poging ondernomen om de C/N-verhouding van het product te maximaliseren zoals dat gedaan werd bij de langzamere methodes die ontwikkeld werden door Howard in Indore. Het meeste composteren van de overheid dat tegenwoordig in dit land gedaan wordt verloopt via het basisproces dat uitgewerkt werd door de universiteit van Californië.

De snelheid van het decomposteren komt door de hoge temperatuur er in en de bijzondere aerobische omstandigheden. Om de hoogst mogelijke temperatuur te kunnen bereiken wordt al het organische materiaal dat er gecomposteerd moet worden eerst door een molen klein gemalen en dan in een lange hoge zwade gelegd. Meestal ligt de hoogte tussen 1.50 en 1.80 m., want als die hoger zou zijn dan veroorzaakt het een te compact op elkaar zitten. Omdat het materiaal met zo vertikaal mogelijke zijanten wordt opgestapeld zorgt de breedte er van voor zichzelf.

Het veelvuldige machinale omscheppen zorgt dat de hoop snel werkt. Tijdens de eerste experimenten werd het omscheppen gedaan met een tractor met een opzetstuk er op. Tegenwoordig lopen er enorme "U"-vormige machines door de zwades van de gemeentelijke compostafzetplaatsen, die automatisch omscheppen en de zwade opnieuw vormen, en indien nodig gelijktijdig water sproeien.

Sommige gemeentelijke afval bestaat uit vochtige keukenafval en grasmaaisel. De rest er van bestaat meestal uit droog papier. Als dit mengsel resulteert in een vochtgehalte dat te hoog ligt, zal de hoop snel inzakken en het mengsel zal te nat en anaerobisch worden. Het omzetten er van herstelt niet alleen de aerobische omstandigheden maar verlaagt ook het vochtgehalte. Als het vochtgehalte in het begin tussen de 60 - 70 % ligt, dan wordt de zwade iedere twee dagen omgezet. Vijf zulke omzettingen beëindigen het verwerken er van.

Als het vochtgehalte tussen de 10 en 60 % ligt wordt de zwade na drie dagen voor het eerst omgezet en vanaf daar uit met intervallen met drie dagen verder, en dit ca. 4 x om het proces te voltooien.

Als het vochtgehalte onder de 40 % ligt of daalt tot onder de 40 % tijdens het verwerken, dan wordt er vocht aan toegevoegd. Deze redenen zetten de tuinier aan om een machine te kopen die de composteermaterialen kleinmaakt.

Als het zg. "omdraaien" of omscheppen van de hoop goed gedaan wordt, dan kan er zich geen stank ontwikkelen. Het eenvoudig uit elkaar halen van de hoop, of het toevoegen van nieuw materiaal over de bovenkant er van zal dit niet bewerkstelligen. Het materiaal moet opnieuw goed gemengd worden zodat de buitenkant naar de binnenkant verplaatst wordt, en anders om. Op deze manier zullen enigerlei larven van vliegen, pathogenen, of insecteneieren die niet door de koudere temperaturen aan de buitenkant gedood werden iedere paar dagen verplaatst worden naar de dodelijke hoge temperaturen in de binnenkant.

De snelheid van de U.C.- methode is ook aantrekkelijk voor de achtertuintuinier. Thuis kan het vakere draaien of omscheppen van de hoop oftewel volbracht worden in ruwe naakte hopen, of van de ene bak naar de volgende (of weer terug), of met een composttumbler. Maar hierbij is de een of andere hakselaar of andere afval verkleinende machine essentieel. Het kleinmaken van alles dat er in de hoop gaat heeft namelijk ook andere voordelen dan alleen maar de hogere temperatuur en het versneld verwerken er van. De materialen kunnen in het begin namelijk beter gemengd worden omdat ze kleingemaakt worden en kleine deeltjes zijn veel makkelijker met handgereedschap om te zetten dan lange twijgjes, stevig stro en ander vezelachtige materialen die de hoop bijeenhouden en het moeilijk maken die later weer uit elkaar te halen om opnieuw te mengen.

Tuinhakselaars hebben ook een ander voordeel, vooral voor tuiniers die maar weinig land hebben. Het composteren van stevigere materialen zoals het snoeisel van druiven en bessenstruiken en hagen kan lang duren. Langzame hopen die resistent materiaal bevatten, nemen waardevolle plaats in beslag. Met zulk een machine kun je boomsnoeisel en ander houtachtig materiaal zoals bijv. van maïs en zonnebloemstengels snel composteren. Niet klein gemaakte herfstbladeren gaan graag samen pakken tot luchtloze lagen, en decomposteren dan maar heel langzaam. Droge bladeren zijn echter zelfs een van de makkelijkste materialen om klein te malen. Indien het eens kleine stukjes zijn, worden de bladeren een oppoffend materiaal dat weerstand er tegen biedt om compact te gaan zitten.

Elektrisch aangedreven tuinhakselaars en dergelijke machines zijn beter voor de oren van de buren dan de zwaardere op benzine aangedreven machines, alhoewel ook weer niet zo

stil dat men ze zonder oorbeschermers kan laten lopen. Elektrische machines zijn licht genoeg om door een sterke persoon uit het composteergebied terug gedragen te worden om veilig in een stal of schuur of andere opslagplaats te bewaren. Een verder pluspunt is het dat het nooit enigerlei probleem is om een elektrische motor aan het lopen te krijgen, alhoewel geen van beide makkelijk gerepareerd kan worden.

Er zijn op dit moment twee fundamentele kleinmaaksystemen. Eén er van is de hamermolen - - een maalkamer die een draaiende as heeft waar stalen tondels of hamers aan vastzitten die herhaaldelijk op het materiaal slaan zodat dit altijd kleiner gemaakt wordt, totdat het zo klein is dat het door een zeef in de bodem heen kan vallen. Hamermolens kunnen bijna alles in stukken slaan zonder stomp te worden. Zachte en groene materialen worden klein geslagen en hard droog of breekbaar materiaal wordt ook al vlug verbrijzeld. Het veranderen van de maat van het ontladingszeef bepaalt de maat van het uiteindelijke product. Door het gebruik van erg grote gaten in het zeef, zullen zelfs zachte, vochtige en draderige materialen door de maalkamer gepasseerd kunnen worden zonder zich hopeloos tussen de hamers te verstrengelen.

Het andere fundamentele kleinmaaksysteem de hakselaar heeft net als een ruwe sterke schaafmachine in een houtwerkplaats scherpe bladen die dunne stukjes van welk soort materiaal dan maar ook kan snijden dat er in worden gestopt. Deze werd ontworpen om houtachtig materiaal in kleine stukjes te versnipperen zoals kleine boomtakken, snoeihout en bessenstengels. Het goed functioneren er van is afhankelijk of de bladen voldoende scherp zijn. De hoeken er van worden makkelijk bot, en vereisen afstelling. Men moet er ook opletten dat er geen aarde en kleine stenen er door heen verwerkt worden. Zacht, droog, broos materiaal zoals bladeren zullen er in kleingemaakt worden, maar niet zo snel als in een hamermolen. Dit soort kleinmaaksystemen kunnen geen zacht materiaal verwerken.

Zowel hakselaars als hamermolens zijn vrij zacht werkende machines, als ze aangedreven worden door een elektrische motor met maar weinig PK. Ze kunnen een beetje onvast staan omdat ze op zwakke poten of een klein platform staan, dus moeten de materialen er op zachte wijze ingevoerd worden. De meeste elektrische modellen kosten tussen de 300 en 400 dollar.

Mensen met een grotere tuin die een machine willen gebruiken, kunnen eventueel een met benzine aangedreven combinatie hakselaar / chipper aanschaffen. Dit zijn sterkere machines waarin zowel een grote hamermolenrasper als ook een aan de zijkant ingevoerd wordende chipper voor takken en stengels ingebouwd zit. Het kleinmaken van takken in een hamermolen of het chippen van takken van 5 cm of groter in diameter, vergt veel kracht; vanwege het lawaai van de motor en het oorverdovende lawaai van het rondslaan van droge materialen in de maalkamer is een oorbeschermer dan ook zeer belangrijk. Zo zijn er ook verschillende soorten machines, maar zelfs ondanks dat de propellerriem die de as aandrijft afgeschermd is, zou ik geen machine laten lopen zonder nauw passende kleren te dragen. Bij het malen van droog materiaal kunnen er grote stofwolken ontstaan. Sommige van deze deeltjes zoals het stof van alfalfa of van uitgedroogd bedorven (schimmelig) hooi, kunnen de

longen, ogen en luchtwegen van keel en neus zwaar irriteren. Een stofmasker, of zelfs beter nog een militair gasmasker met ingebouwde beschermingsfilter, kan toepasselijker zijn. Ook zul je na het werken waarschijnlijk een douche willen nemen.

Als de juiste maat zeef ingebouwd werd die juist gekozen werd uit het assortiment dat er bij de aankoop van de machine wordt bijgeleverd, kan men na een beetje ervaring wat er mee proberen. Sterke hamermolens kunnen vrij grote hoeveelheden droog materiaal in korte tijd verpulveren. Maar nat materiaal kan maar veel langzamer er doorheen passeren, en heeft een veel grotere zeef nodig om er geheel uit te kunnen komen. Verandering van materiaal kan betekenen dat men de grootte van de mazen van het zeef zou moeten veranderen en dat kan enkele minuten in beslag nemen. Droge bladeren lijken net zo er uit te komen als dat ze er ingevoerd worden. De aan de zijkant ingevoerd wordende chippers die in hamermolens ingebouwd zitten zijn vlug klaar met kleinere groenere stengels, maar droog hard hout heeft wat langer nodig. Het te vlug invoeren van grote harde takken kunnen de bladen vol laten gaan zitten en zelfs het dragende huis er omheen breken dat de as draagt. Hier spreek ik uit ervaring.

Via advertenties voor deze machines die deze moeiteloos en vlug laten overkomen, nemen hakselaars eigenlijk veel tijd, energie, een kundig opletten, constante concentratie en ervaring in beslag. Als men er mee aan het malen is moet men precies op een overeenkomende hoeveelheid van invoer en uitvoer letten, omdat als de onderlosser overvol wordt, de tanden vol en vast gaan zitten en zo niet meer kunnen werken. Zo kan alles bijvoorbeeld vlug gaan vastzitten als men vlug dunne broze plakken droog bedorven hooi er door voert, en vervolgens niet voldoende langzamer werkt terwijl er een zachte natte plak in zit, die maar langzaam wordt kleingemaakt. Om een vol zittende rotor schoon te maken, zonder een arm te riskeren, moet de motor geheel stop worden gezet voordat men in de ontlossingsruimte te werk gaat en de tanden weer vrij maakt van alles dat er tussen in zit. Om erg vastzittende machines schoon te maken, kan het ook noodzakelijk zijn om eerst het ontladingszeef te verwijderen en te vervangen; dit neemt een paar minuten in beslag.

Er zijn grote verschillen in materiaal en vakmanschap dat er gebruikt wordt bij de productie van deze machines. Ze zien er alle wel goed uit als ze nieuw geleverd zijn maar het is niet altijd mogelijk om te weten wat je werkelijk hebt gekocht totdat ze één of twee seizoenen intensief gebruikt werden. Een werkelijk goede en beproefde hulp om kwaliteit te kiezen is door zich te informeren bij een bedrijf voor machineverhuur over welk merk dat hun klanten niet versleten kregen. Een andere goede tip is het door het merk benzinemotor er op als leidraad te nemen. In mijn tuinierscarrière heb ik enkele landbewerkingsmachines en grasmaaiers en een 8 PK hakselaar gehad die op benzine liepen. Volgens mijn ervaring zijn er twee soorten kleine benzinemotors, namelijk "de consumentensoort", en de zeer goede "industriële soort". Net als alle andere artikelen voor consumenten, zijn de consumentenmachines er voor bedoeld om geconsumeerd te worden. Hun levensduur is er op gemaakt om enkele honderden uren mee te gaan om dan versleten te zijn. De meeste delen zijn gemaakt van zacht, makkelijk vervaardigd aluminium, versterkt met een beetje staal op vitale plaatsen.

Er zijn twee zeer goede Amerikaanse bedrijven - - Kohler en Wisconsin - - die zeer duurzame benzinemotors maken, en die gewoonlijk in het bestand van de kleine industrie worden gevonden. Als men er juist mee omgaat dan kunnen hun machines duizenden uren aan voortdurend gebruik meegaan. Ik geloof dat kleine benzinemotors die door Yamaha, Kawasaki en vooral door Honda gebouwd worden, van even zo hoge of zelfs nog hogere kwaliteit zijn dan die er in Amerika worden gebouwd. Men kan beter beoordelen hoe lang een hakselaar / chipper zou kunnen meegaan op basis van de motor die er op zit, dan aan de hand van de beschrijving van de producent.

Dit soort kleinmaakmachines kosten tussen de 700 en 1300 dollar. In de 1970er jaren heb ik er een versleten door nauwelijks één jaar lang snelle compost mee te maken voor 2200 vierkante meter land van een intensief bewerkte Biologisch Dynamische Franse handelstuin. Toen ik de kosten van de machine afwoog tegen de waarde van de compost en de groenten die ik daarmee kweekte, en de hoeveelheid tijd die ik besteedde door de machine te laten lopen ten opzichte de extra energie die het nodig had om gewone langzame composthoppen om te scheppen, kwam ik tot de conclusie dat ik er gewoon beter mee af zou zijn als ik de composthoppen de tijd zou geven om te laten rijpen.

### **Bodemoppervlakte-compostering.**

De decompostering in een warme composthoop verloopt snel omdat de hoofdzakelijke bewoners er in de van warmte houdende micro-organismes zijn. De decompostering langs de oppervlakte van de grond verloopt echter langzamer, omdat de bodemdiertjes de hoofdzakelijke agenten van de afbraak er van zijn. Alhoewel is het zo, dat de decompostering vlug zal toenemen als er rottende bladeren op de bosgrond, of een dikke grasmat in de bovengrond gewerkt worden.

Twee eeuwen lang berustte de Amerikaanse landbouw juist op zulk een methode. De eerste pioniers trokken naar een onberoerd gebied en hakten er de bomen om, en ploegden vervolgens in de daarin door de millennia heen verzamelde voedingsstoffen die als biomassa in de bosgrond werden vastgehouden. Enkele jaren lang - en misschien ook wel tien of twintig jaar lang als de boden een hoger gemiddeld mineraalgehalte had - groeide de oogst op deze grond echt geweldig, maar daarna liep de gezondheid van zowel de oogsten, de dieren als ook van de mensen terug - - of het moest al zo zijn dat er andere methodes werden gebruikt om de vruchtbaarheid te verhogen. Als de minder uitgeloopte grassige prairies van wat we nu het Midden-Westen noemen, werden bereikt, werden zelfs vele jaren lang grotere oogsten er uit gehaald, omdat de rijke zwarte grond van het grasland meer minerale voedingsstoffen opzamelt; de graszoden accumuleren veel meer humus dan bosgrond.

Het bodemoppervlakte-composterende systeem na, terwijl het ons ook nog eens een hoop werk bespaart. In plaats van eerst veel organisch materiaal op een hoop te gooien en dit meerdere malen om te scheppen, vervolgens de humus met een kruiwagen terug



naar de tuin te brengen en die daar over de grond uit te spreiden en er in te werken, brengt het bodemcomposteren, de decomposteringsprocessen met veel minder werk in de verrijkingsbehoeftige bodem.

Deze bodemcompostering is de makkelijkste van alle methodes. Alhoewel moet men daarbij met enkele dingen rekening houden. Tenzij het materiaal dat er verspreid wordt bestaat uit pure mest zonder veel ligstro, of alleen vers lentegrasmaaisel, of alfalfahooi, zal de C/N verhouding bijna zekerlijk ver boven die van stabiele humus liggen.

Zoals al eerder uitgelegd, zal tijdens de eerste fases van de afbraak de bodem grondig uitgeput worden aan voedingsstoffen. Alleen nadat het teveel aan koolstof (C) werd geconsumeerd zal de ecologie en het profiel van de bodem zich normaliseren. De tijd dat er voor nodig is, is afhankelijk van het soort materiaal dat werd gedecomposeerd en van de toestand van de bodem.

Als de bodem vochtig, luchtig en warm is, en als deze reeds veel voedingsstoffen bevat, en als het organisch materiaal niet te veel lignine bevat en niet te stevig is en een redelijke C/N-verhouding heeft, dan zal de bodemdecompostering snel verlopen. Als de bodem echter koud, droog en kleiachtig (vrij an-aerobisch) of onvruchtbaar is, en/of de organische stof uit materialen als granenstro, papier, of uit het ergste: uit zaagsel zonder schors bestaat, dan zal de decompostering erg vertraagd worden. Het is duidelijk dat het niet mogelijk is om precies te kunnen bepalen hoe vlug dat de bodem-decompostering in jouw geval zal verlopen.

Herfstbladeren composteren gewoonlijk erg goed langs de oppervlakte. Deze worden verzameld, en helemaal over de tuin verspreid (behalve die gebieden die voor het vroege zaaien in de lente bedoeld zijn), en indien mogelijk voor de winter ondiep er ingewerkt wordt. Zelfs in het Noorden waar de bodem maandenlang dichtvriest zal er in de herfst wat decompostering plaatsvinden en vervolgens in de lente als de bodem zich opwarmt, dan gaat de decompostering direct weer verder en is voltooid tegen de tijd dat het gevaar voor vorst voorbij is. De bodemcompostering van hoge C/N-verhouding hebbende materialen in de lente is ook werkzaam waar het land niet voor vroeg aanplanten is bedoeld. Als de organische stof een lage C/N-verhouding heeft, zoals in het geval van verse mest, of een lichte groenbemester die nog geen zaad heeft gevormd, of alfalfa hooi of grasmaaisel, dan zal er binnen enkele weken tijd in een warme bodem veel meer materiaal kunnen worden gedecomposeerd.

Alhoewel is het zo dat de verrotting van grote hoeveelheden erg resistent materiaal zoals zaagmeel vele maanden in beslag kan nemen, zelfs in warme vochtige grond. Vele tuiniers kunnen hun waardevolle land niet maandenlang beschikbaar stellen om er op te decomposteren. Een manier om de oppervlakte-decompostering van materiaal met een hoge C/N-verhouding te versnellen, is door een sterke stikstofbron er aan toe te voegen zoals kippenmest of zadenmeel. Als zaagmeel het enigste organische materiaal is dat je kunt vinden, raad ik een uitzondering van het vermijden van de chemische bemesting aan. Door ca. 80 pond ureum aan elke kubieke meter zaagmeel toe te voegen, wordt de totale C/N-

verhouding verminderd van 500:1 naar ca. 20:1. Ureum is misschien het meest vriendelijkste van alle chemische stikstofbronnen. Het verzuurt de grond niet, het is niet toxisch voor wormen en andere bodemdierpjes of micro-organismen maar is in feite een synthetische vorm van de natuurlijk voorkomende chemische stof die de meeste stikstof bevat in de dierlijke urine. Zo gezien is het toevoegen van ureum aan de grond niet veel anders dan het toevoegen van synthetische vitamine C in een menselijk lichaam.

Het ondergraven van afval is een traditionele vorm van bodemdecompostering die gewoonlijk toegepast wordt door in de rij kwekende tuiniers in klimaten waar de bodem in de winter niet bevroest. Sommige mensen gebruiken een gatenboor om daarmee een mooi gat van precies 15-20 cm in diameter te maken dat ca. 45 cm diep is, dit tussen de in gelijke afstanden groeiende rijen planten. Als het gat tot ca. 5-7 cm onder de oppervlakte met afval gevuld is, wordt het verder dichtgemaakt met grond. Het is maar zelden dat er dieren er aan gaan graven, het is veilig voor vliegen en toch is er voldoende lucht in de grond zodat het vlug kan decomposten. De plaatselijke bodemecologie en het voedingsstoffenevenwicht wordt zo tijdelijk wel ontregeld, maar dit gebeurt dan alleen op deze kleine plaats die voldoende ver af van de groeiende planten ligt om zo geen schadelijk effect te kunnen hebben.

Een andere variatie om afval in de grond te brengen werd "greppel composteren" genoemd, in plaats van een rond gat in de grond te maken, wordt er een lange greppel gemaakt die ongeveer de breedte van een schop heeft en 30 cm diep is, en die stukje bij beetje tussen de rijen in door gemaakt wordt, en die dan zo ca. 1.20 of meer uit elkaar liggen. Als er emmer na emmer afval, mest, en ander organische materiaal er in de greppel geledigd werden, dan wordt die bedekt met grond die afkomstig is van een stukje verderop. Het volgende jaar, worden de rijen dan 60 cm verderop aangeplant, zodat de oogst boven de gedecomposteerde afval wordt gezaaid.

## **Mulchen.**

Ruth Stout ontdekte - - of populariseerde tenminste deze voor haar nieuwe methode van het mulchen. De populariteit daar van kan min of meer worden toegeschreven aan haar schrijftalent, net zoals dat van haar broer Rex, die een welbekende mysterieschrijver was in het midden van de eeuw. Ruth's humorvolle boek, "*Gardening Without Work*", is een prettig leesbaar klassiek boek, dat ik zeer aanbeveel, en wel voor geen ander reden dat dit blijkt er aan geeft hoe een intelligent persoon opmerkelijke ontdekkingen kan maken, eenvoudigerwijs door alles dat duidelijk herkenbaar is te observeren. Alhoewel, net zoals vele ander schrijvers van tuinboeken, maakte Ruth Stout de fout door te denken dat hetgene dat in haar eigen achtertuin functioneerde, ook overal anders ter wereld zou kunnen functioneren. Het mulchen in de tuin functioneert echter niet overal.

Deze makkelijke methode bootst de decompostering van de bosgrond na. In plaats van het maken van composthopen of oppervlakte-decompostering, wordt de tuin dik bedekt gehouden met een permanente er op liggende laag decomposterende vegetatie. Het hele jaar rond heeft de mulch een aantal synergetische voordelen. Het vergaan op de oppervlakte van de bodem, verloopt langzaam maar voortdurend, en behoudt de vruchtbaarheid. Net als op de bosgrond is de populatie van de bodemdiertjes en de wormen groot. Hun activiteiten maken voortdurend de aarde los, en transporteren voortdurend humus en voedingsstoffen dieper in de bodem, en elimineren zo alle noodzaak voor alle verdere bodembewerking. Beschermd tegen de zon drogen de oppervlaktelagen van de grond niet uit, zo geven ze koelte aan groentesoorten zoals sla, en vocht aan vochtliefhebbers zoals radijsjes, die zo beter kunnen groeien. Tijdens de hoge zomer, zal de gemulchte grond ook niet ongezond hoog opwarmen.

Deze voordelen gaan zo verder. De toplaag van de bodem die direct onder de mulch ligt, heeft een hoog organisch materiaalgehalte, houdt het vocht vast, elimineert korstvorming, en vergroot als gevolg daarvan de kieming van zaden. Mulchers zaaien gewoonlijk in goed gescheiden rijen. De tuinier harkt hoofdzakelijk de mulch een beetje weg zodat enkele cm. naakte grond vrij komen te liggen, maakt daar een voor in, en bedekt het zaad met humusachtige toplaag van de grond. Als de zaailingen groter worden en uitgedund worden, wordt de mulch beetje bij beetje er omheen terug gebracht.

Onkruid? Geen probleem ! Uitgezonderd daar waar kiemende zaden liggen is de mulchlaag voldoende dik om onkruidzaad van het kiemen te weerhouden. Zou er een onkruid door de mulch heen opduiken, dan is dit een teken er voor dat deze plaats te dun bedekt is, en er wordt een plak bedorven hooi of andere vegetatie over en om de ongewilde plant heen gelegd, zo dat het onkruid zo gesmoord wordt.

Stout die het mulchtuinieren in Connecticut ontdekte waar de onregelmatige zomerregens gewoonlijk voldoende waren om de niet dicht begroeide tuin te bewateren, dacht vergissingsgewijs ook dat gemulchte tuinen maar weinig bodemvocht verliezen omdat de bodem beschermd werd tegen de uitdrogende zon en daarom geen bewatering behoefde in een occasioneel voorkomende droogteperiode. Ik vermoed dat de weerstand tegen droogte onder mulch meer te maken heeft met de mogelijkheid van een plant om zich flink te kunnen voeden en voedingsstoffen te verkrijgen en verder te kunnen groeien omdat het deel langs de bodemoppervlakte dat de meeste bodemvoedingsstoffen van de bodem bevat en waarin zich de meeste biologische activiteiten afspelen vochtig blijft. Ik vermoed ook dat het feitelijke meetbare vochtverlies van een gemulchte bodem groter kan zijn dan van een naakte bodem. Maar dat staat beschreven in een door mij geschreven ander boek, "*Gardening Without Irrigation*".

Jawel, het tuinieren onder een permanente het hele jaar aanwezige mulchlaag lijkt makkelijk, maar heeft toch enkele grote nadelen. Ruth Stout stelde die niet vast omdat ze in Connecticut woonde waar de bodem iedere winter dichtvriest en daar lang genoeg bevroren blijft om bepaalde populatieaantallen te verminderen. In het Noorden worden in gemulchte tuinen ook wel vaak oorwormen en kelderpissebedden aangetroffen maar ze worden geen

echte plaag. Naaktslakken komen niet vaak voor en slakkenhuislakken bestaan er niet, alles dank zij de winter.

Maar probeer nu eens permanent te mulchen in het verre zuiden, of in Californië waar ik mijn eerste teleurstelling van het mulchen kreeg, of in het maritieme Noordwesten waar ik nu woon, dan ontstaat er een catastrofe. In het eerste jaar zijn deze diertjes er wel maar vormen geen probleem, maar na de eerste winter waarin het aantal niet gereduceerd wordt, worden ze een plaag. Naaktslakken (en in Californië de huisjesslakken) zullen overal aangetroffen worden, vretend aan de jonge planten. Oorwormen en kelderpissebedden die van te voren alleen gezien werden bij het eten van verterend mulch, beginnen nu planten aan te vreten. Het wordt al vlug onmogelijk om nog een bestand jonge planten te vestigen. De situatie kan vlug verholpen worden door al het mulch op te harken en uit de tuin te rijden om er compost van te maken. Ik weet dat dit waar is omdat ik dit ook moest doen in Californië waar ik als aankomende tuinier mijn eerste mulhcatastrofes heb meegemaakt, en vervolgens toen in naar Oregon verhuisde mulchte ik daar op een andere manier, echter met dezelfde resultaten.

### **Adressen voor composteerbakken en -vaten, hakselaars e.d. en ander sterk gereedschap.**

Ik heb sinds de 1970er jaren vele veranderingen op de markt kunnen vaststellen. De fabrikanten komen en gaan. Machines worden gewoonlijk direct bij de fabrikant besteld, en de vracht wordt dan extra betaald. Diegenen die geïnteresseerd zijn in een hakselaar/chipper met een hogere PK, kan die in advertenties van tuinmagazines vinden, maar tegenwoordig ook bij tuincentra en bouwmarkten.

## **Hoofdstuk 6**

### **Vermicomposteren.**

In 1952 had Mr. Campbell een wormenbak. Deze lage bak of kist - - ca. 60 cm breed en 120 lang -- stond onder een werktafel in het kleine tuinhuisje naast onze wetenschappelijke klas van onze lagere school en zat vol met waarop het leek, zwarte kruimelige grond en triljoenen kleine rode kronkelende wormen, die niet leken op de grote wormen die ik s'avonds in het donker van het grasveld ving en gebruikte om de volgende morgen mee te gaan vissen. Er werd koffiedrab aan deze wormen van Mr. Campbell gevoerd; en die werden op hun beurt weer aan de salamanders gevoerd, en aan zijn geliefde vis, een 35 cm lange baars met de naam Carl, en aan de vele slangen, en aan de schildpadden die in de aquariums rondom de klas

stonden. Op bepaalde tijden werd de "grond" in de kist aan zijn weelderig groeiende potplanten gevoerd.

Wat Mr. Campbell daar deed, wordt "vermicomposteren" genoemd. En dit was nog voor het tijdperk van ecologie en recycling. Hij deed dit waarschijnlijk omdat hij levend voedsel kweekte om zijn educatieve dierentuin te behouden. Alhoewel ik van te voor geen reden had om wormen te kweken, groeide mijn voorbereidende interesse in iedere mogelijke composteermethode voorafgaand aan het schrijven van dit boek. Het is niet makkelijk te schrijven over iets dat men zelf nog nooit heeft gedaan, daarom bouwde ik een kleine wormenbak, en schafte me een pond wormen aan, deed er bodemmateriaal in, de wormen er bij, en begon de inhoud van mijn keukencompost emmer aan de bak te voeren.

Tot mijn grote verbazing functioneerde dit vermicomposteren net zo goed als beschreven in Mary Appelhof's boek "*Worms Eat My Garbage*". Het composteren van wormen is verbazingwekkend makkelijk alhoewel ik er bij moet zeggen dat men toch even moet weten hoe men het doen moet, en dat er enkele korte momenten van zure geuren waren, die echter weer vlug verdwenen als ik er mee stopte om de wormen te veel te voeren. Ik ontdekte ook dat mijn nonchalant overhaastige zelfgemaakte bak, een afdruiptak er onder moest hebben.

Een vriend van me, die haar eigen wormen bak jarenlang goed heeft laten werken, vertelde me dat als deze soms beduidingsloos lijkende en in bijna geurloze donkere gekleurde er uitkomende vloeistof met enkele delen water vermengd wordt, die tot een uitstekende meststof voor huisplanten of tuin maakte.

Het werd al vlug duidelijk voor me dat het composteren met wormen makkelijk enkele recyclingproblemen oploste. Hoe verwerkt een Noordelijke mens thuis zelf de keukenafval als buiten de grond en de composthoop bevroren zijn en er geen ander vegetatie is om mee te mengen? En hoe kan een appartementbewoner zonder enigerlei andere soort organische afval uitgezonderd de afval van de keuken en misschien wat krantenpapier dit ook zelf thuis doen? De oplossing voor deze beide gevallen is het vermicomposteren.

De uitwerpselen van de wormen - - het eindproduct van het vermicomposteren - - is echt de fijnste compost die je kunt maken of kopen. Vergeleken met de hoeveelheid keukenafval die er in een wormenbak gaan zal de uiteindelijke hoeveelheid uitwerpselen die je daar uit verkrijgt maar erg weinig zijn, alhoewel dat wel uit krachtig materiaal zal bestaan. Appartementbewoners zouden deze uitwerpselen van wormen moeten gebruiken, zodat ze geweldig mooie huisplanten kunnen krijgen, en zouden een eventueel teveel er van buiten onder de ornamentale planten te verspreiden of bovenop het grasperk rond hun huis.

In dit hoofdstuk, moedig ik je tot minstens het uitproberen van wormencompostering aan. Ik beantwoord ook de vragen die mensen het meeste stellen over het gebruik van wormen om keukenafval te recyclen. Net als de altijd enthousiaste Mary Appelhof zei: "Ik hoop dat je overtuigd wordt dat je zelf ook kunt vermicomposteren, en dat dit eenvoudige

verwerkingsproces met deze grappige naam een heel stuk makkelijker is dan dat je dacht. Tenslotte is het zo dat als de wormen mijn afval eten, dat ze dat bij anderen ook doen."

### **De plaats van de wormen.**

Er zijn een aantal namen voor de soorten wormen die voor het vermicomposteren gebruikt worden: Rode wormen, rode kronkelaars, mestwormen, of pieren. Rode wormen zijn gezond en actief zo lang als ze tussen de 0 en de 30 graden C. worden gehouden. Zelfs dan als de temperatuur van de lucht boven de 30 graden zou uitkomen, zal het vochtige bodemmateriaal gekoeld worden door uitwaseming, zo lang als de luchtcirculatie maar adequaat is. Ze zijn bij een kamertemperatuur van 13 - 25 graden C. het meest actief, en zullen dan de meeste afval consumeren. Rode wormen moeten noodzakelijk in een vochtige omgeving leven, maar moeten ook lucht door hun huid kunnen inademen. Het voldoende vochtig houden van hun bodemmateriaal is maar zelden een probleem, daarentegen is het wel een probleem om het niet kletsnat en anaerobisch te laten worden.

In het Zuiden of langs de kust van de Grote Oceaan waar niets dichtvriest, kunnen de wormen buiten gehouden worden in een putje of gat in de schaduw (zolang als deze plaats maar niet door de vloed overspoeld wordt), of anders in een kistje in de garage of patio. In het Noorden worden de wormen in een kistje gehouden, dat overal neer gezet kan worden waar goede ventilatie en temperaturen heersen die boven het vriespunt blijven, maar waar het ook weer niet al te warm wordt.

Een goede plaats voor een wormenbak of -kist is onder het keukenaanrecht, of in een bijkeuken, een bijkamer of kelder. De keuken, van waar uit de wormen hun voedsel krijgen, is natuurlijk de meest makkelijke plaats, uitgezonderd voor het gevaar van af en toe ontsnappende geuren.

Als je een kelder hebt, dan kan dit de beste plaats er voor blijken te zijn omdat de bak of ton daar ook niemand in de weg staat. Terwijl je leert met de wormenbak om te gaan, kunnen er soms wel eens tijdelijke problemen van geuren of fruitvliegjes voorkomen. Deze zijn echter nauwelijks hinderlijk als de bak of kist onder het huis staat. Ook dan kan een vermicomposteerbak alleen bestaan uit een complexe ecologie van bodemdiertjes, en enkele daarvan kunnen wel eens uit de kist of ton komen en onschadelijk in de keuken worden aangetroffen. Ultra-pietleuterig nette huisbewoners kunnen dit soms verwerpelijk vinden. De kelders kunnen in de zomer ook een koelere temperatuur behouden: alhoewel is het minder makkelijk om elke paar dagen de compostemmer naar beneden in de kelder te dragen.

### **Kisten, bakken, dozen, en vaten en tonnen.**

Rode wormen moeten lucht hebben en kunnen ademen. Maar in diepe kisten en dozen kan het bodemmateriaal dicht op elkaar gaan zitten en geen lucht meer doorlaten. Dit kan de

wormen tijdelijk er van belemmeren om het bodemmateriaal te eten. Dit is niet zo heel erg, omdat je de doos af en toe wel eens oproert als je er nieuw voedsel er aan toevoegt. Maar an-aerobisch decomposteerbaar materiaal stinkt. Als er aerobische omstandigheden worden aangehouden, is de reuk uit een wormendoos of bak maar erg minimaal en niet bijzonder hinderlijk. Ik ruik de geur uit de bak alleen dan als ik er nieuw afval bij doe en mijn neus er heel kortbij houdt terwijl ik het materiaal een beetje omroer. Een lager model bak zal beter doorlucht worden omdat daar meer oppervlakte aan de lucht blootgesteld kan worden. Wormenbakken zouden 20 - 30 cm diep moeten zijn.

Ik bouwde mijn eerste eigen kistje uit wat oud triplex. Een deksel er op is niet nodig omdat de wormen er niet uit zullen klimmen. Het is zelfs zo, dat als het composteren van wormen buitenshuis in lage putjes wordt gedaan, dat er maar weinig rode wormen dit putje zullen verlaten door in de omringende grond te gaan, omdat daar maar weinig te eten voor hun te vinden is.

Omdat de luchtdoorstroming zo belangrijk is, zouden er zo vele gaten tussen 6-12 mm in diameter in de bodem moeten worden gemaakt en de kist moet dan ook kleine pootjes of houtblokjes er onder hebben van 12-18 mm dik om deze hoog voldoende hoog te kunnen houden en de lucht van beneden er in te kunnen laten. Het is ook erg belangrijk dat men een uitlekbak er onder heeft - - een groot bakblik of zoiets is daar zeer goed geschikt voor. Wormen kunnen ook in plasticen bakken worden gehouden, zoals de bakken die voor spijzen worden gebruikt, waar in de bodem daar van gaten gemaakt. Toen dit boek geschreven werd, begon er zelfs een postorder tuinbedrijf een complete leuk uitziende 50 bij 60, en 30 cm diep groene plastic vermicomposteerbak te verkopen, met daar onder een uitlekbak, en een beginpopulatie van wormen en bodemmateriaal. Als het wormen composteren populairder zou worden dan zouden er ook anderen volgen.

Bouw geen kist die langer is dan 60 - 120 cm tenzij je erg sterk bent, omdat die soms opgetild moet worden. Houten kistjes zouden 3-4 jaar moeten meegaan. Als ze van triplex gebouwd worden, gebruik dan een buitenmateriaal om het losgaan er van te voorkomen. Het is niet aan te raden om dozen van niet-rottend roodhout of cederhout te gebruiken, omdat de natuurlijke olie er in die het rottingsproces er van verhindert ook toxisch voor de wormen kan zijn. Hout dat met het een of ander niet-toxisch waterafstotend materiaal is uitgevoerd zal veel langer mee gaan.

### **Welk afmetingen moet de wormenbak of ton hebben?**

Op elke 30 liter inhoud kunnen we ca. een pond keukenafval per week verwerken. Natuurlijk kan er in bepaalde weken meer afval in de kist gaan dan in andere. De wormen zullen zich aan zulke veranderingen aanpassen. Je kunt de afmetingen van de kist bepalen door een wekelijkse gemiddelde hoeveelheid afval vast te stellen die er over een periode van 3 maanden is. Mijn huis en tuin voorzien het voedsel van twee volwassenen. Omdat we het hele jaar door tuinieren, heeft onze keuken veel afvalresten over die normaal nooit een supermarkt zouden verlaten; wij gooien namelijk salades weg die zogenaamd "oud" zijn maar

die altijd nog verser zijn dan de meeste mensen die in de winkel kopen. Onze 10 liter compostemmer wordt in de winter ca. 2 maal per week leeg gemaakt, en in de zomer ca. 3 x. Van mei tot september als de tuin goed "loopt", is een enkele bak of kist van 60 x 120 cm, en die 30 cm hoog is (ca. 24 liter), niet voldoende voor ons.

### **Bodemmateriaal.**

Het bodemmateriaal bestaat uit een materiaal met een hoge C/N-verhouding dat het vocht vasthoudt, en dat voorziet in een aerobische materiaal waar de wormen in kunnen leven, en maakt het mogelijk dat men de afval in de kist kan ondergraven. Het beste bodemmateriaal is ook licht en luchtig, en helpt de aerobische omstandigheden te behouden. Dit bodemmateriaal mag niet toxisch voor de wormen zijn, omdat ze dit eventueel zullen eten. Het bodemmateriaal is van zichzelf uit droog en moet eerst geweekt en dan met de hand uitgeperst worden tot het de juiste vochtigheidsgraad heeft. Er zijn verschillende algemeen voorkomende gewone materialen waar uit men goed bodemmateriaal kan maken. Je kunt een enkel materiaal voor dit bodemmateriaal gebruiken of de voorkeur geven aan een mengsel van meerdere materialen.

Als je een sterke hakselaar hebt dan kun je daar mee golfkartondozen kleinmaken. Het omgaan met kleingemaakte karton kan een beetje stoffig zijn of je moet het al een beetje vochtig maken. Kleingemaakte karton wordt ook in grootverpakkingen verkocht ter isolatie, maar dat kunnen we niet gebruiken omdat dit behandeld werd met een brandvertrager die toxisch is. Hakselaars die met een benzinemotor worden aangedreven kunnen ook granenstro vermalen of bedorven grashooi (als het droog en broos is). Maar alfalfahooi zal te vlug decomposter.

Zo kan men ook een goed bodemmateriaal van kranten maken. De inkt is niet giftig als die gemaakt werd uit koolstofzwart en olie. Als men het door de draad mee doorscheurt, kunnen hele krantendelen met de hand vlug in 2  $\frac{1}{2}$  brede stukjes worden gescheurd. Ander papier dat met een papierversnipperaar kleingemaakt werd kan men verkrijgen bij banken en kantoren of scholen die hun papieren weggoien.

Men kan van kleingemaakte bladeren van bomen een uitstekend bodemmateriaal maken. Hier is een sterke hakselaar niet noodzakelijk. Een gewone grasmaaier is in staat om grote hoeveelheden droge bladeren in korte tijd klein te maken. Deze kunnen eens per jaar zo gemaakt worden en droog bewaard worden in plastic zakken tot dat ze voor gebruik nodig zijn. Enkele 100 liter zakken zullen voldoende zijn om een geheel jaar mee te kunnen vermicomposten. Alhoewel kunnen droge bladeren een beetje langzamer te re-hydrateren zijn dan andere materialen.

*Turf* wordt ook als bodemmateriaal gebruikt door commerciële wormenkwekers. Het is erg zuur en bevat ook andere substanties die schadelijk voor wormen zijn die eerst uit de turf verwijderd moeten worden, door deze enkele uren te laten weken en het dan met de



hand uitknijpen tot het vochtig is. Vervolgens wordt er dan een beetje kalk aan toegevoegd om de juiste pH af te stellen.

### **Bodem.**

Rode wormen zijn van warmte houdende mestbewoners, die in de grond maar weinig te eten vinden. Als men grote hoeveelheden aarde in het bodemmateriaal van de wormen vermengt, levert dit een erg zware kist op. Alhoewel is het zo dat het verteringssysteem van de wormen het voedsel vermaalt waarbij het ook bodemdeeltjes gebruikt (omdat de schurende grit op dezelfde manier werkt als vogels die "kauwen" in hun krop). Een grote handvol toegevoegde aarde zal een wormenkist verbeteren. Enkele eetlepels landbouwkalkpoeder zal hetzelfde bewerken, terwijl het daarbij ook calcium toevoegt om de wormen te voeden.

### **Rode wormen.**

De wetenschappelijke naam van het soort wormen die bij het vermicomposteren wordt gebruikt is *Eisemia foetida*. Deze kunnen via post bij kwekers van reclame makende winkels besteld worden en tegenwoordig zelfs ook via postorder tuinbedrijven. Rode wormen kunnen ook verkregen worden via compost- en mesthopen nadat deze opgewarmd en afgekoeld zijn.

Gewone regenwormen en andere tuinwormen spelen een erg belangrijke rol in de vorming en het behoud van de bodemvruchtbaarheid. Maar deze soorten zijn bodembewoners en vereisen koele omstandigheden. Ze kunnen niet verder leven in een lage wormenbak bij kamertemperaturen

Rode wormen kunnen zich echter erg vlug voortplanten in een wormenbak bij kamertemperatuur. Ze leggen eieren die in een limoenvormige cocon zitten en ongeveer de afmetingen hebben van een rijstkorrel, en waar dan kleine wormen uitkomen. De cocons zijn in het begin parelwit, maar omdat de babywormen zich over een periode van 3 weken ontwikkelen, verandert de kleur van de eieren tot geel, dan tot lichtbruin, en tenslotte, tegen de tijd dat de babywormen klaar zijn om er uit te komen, tot roodachtig. Gewoonlijk komen er 2-3 jonge wormen uit een cocon.

Pas uitgekomen wormen zijn wit-achtig en half doorzichtig van kleur en ongeveer 12 mm lang. Er zouden ca. 330.000 pas uitgekomen wormen voor nodig moeten zijn om alle tezamen 1 kilo te kunnen wegen. Een rode worm zal enorm vlug groeien en binnen 4 tot 6 weken geslachtsrijp zijn. Als ze eens beginnen voort te planten dan maakt een rode worm 2-3 cocons per week, en dit 6 maanden tot een jaar lang, anders gezegd brengt een voortplantende worm in 6 maanden tijd ca. 100 jonge wormen voort. En deze nieuwkomelingen beginnen zich dan ca. 3 maanden nadat de eerste eieren zijn gelegd voort te planten.

Ondanks dat dit voortplantingspercentage nog niet hetzelfde is als dat van gist (dat zich iedere 20 minuten kan verdubbelen), is dit nog steeds verbazingwekkend vlug bij een vermenigvuldiging van enkele honderden per 6 maanden. Als we vermicomposteren, dan wordt de vermenigvuldiging van de wormen beperkt door het beschikbare voedsel en ruimte en door de eigen afvalproducten die de wormen uitwerpen - de uitwerpselen van de wormen zijn namelijk licht toxisch voor de wormen. Als een nieuwe wormenbak wordt opgezet met vers bodemmateriaal, dan bevat dit geen uitwerpselen. Na verloop van tijd wordt het bodemmateriaal langzaam aan afgebroken door de cellulose-etende micro-organismen, wiens afbraakproducten geconsumeerd worden door de wormen en de bak langzamerhand wordt gevuld met uitwerpselen.

Als de hoeveelheid uitwerpselen toeneemt dan wordt de vermenigvuldiging langzamer, en de volwassen wormen beginnen dood te gaan. Alhoewel is het zo, dat je bijna nooit een dode worm in een wormenbak zult zien omdat hun hoog proteïne-houdende lichaam vlug gecomposteerd wordt. Je zult al vlug de uitwerpselen van wormen kunnen herkennen. Als eens het bodemmateriaal geconsumeerd werd, en de bak alleen maar wormen, wormenuitwerpselen en verse afval bevat, dan is het noodzakelijk om de uitwerpselen er uit te halen, het bodemmateriaal te vervangen, en de cyclus weer opnieuw te beginnen. Hoe men dit moet doen zal dadelijk worden uitgelegd, maar eerst behandelen we hoeveel wormen men nodig heeft om met het vermicomposteren te kunnen beginnen.

Je zou kunnen beginnen met enkele tientallen rode wormen, en deze geduldig kleine hoeveelheden afval te voeren, zo heb je in 6 maanden tot een jaar een kistje vol. Alhoewel is het bijna zeker zo dat je beginnen wilt met een systeem dat bijna alles of het meeste van je keukenafval direct zal opeten. Om te beginnen heb je 2 pond wormen nodig voor elk pond afval dat je iedere dag in de bak doet. Als in een gemiddelde week eventueel 7-8 pond in je keukencompost emmer terecht komt, dan is dat gemiddeld 1 pond per dag. Je hebt dan 2 pond wormen nodig.

Je zult een bak nodig hebben waar 180 - 210 liter in gaan, dus een bak van ca. 60 x 90 centimeter breed en lang, en 30 cm diep. Elk pond wormen heeft 90-120 liter bodemmateriaal nodig. Een betere manier om de maat van de bak vast te stellen is door te begrijpen dat 30 liter bodemmateriaal van de wormenbak ca. 1 pond keukenafval per week kan verteren zonder anaerobisch te worden of te gaan stinken.

Rode wormen zijn maar klein en daarom verkopen de wormenkwekers ze per pond. Er zijn ca. 1000 volwassen voortplantende wormen nodig per pond jonge wormen. Winkelverkopers geven er de voorkeur aan om alleen de grootste wormen te verkopen, anders beklagen zich hun klanten. Er kunnen soms maar 600 "rode kronkelaars" in een pond zitten die in een dierenwinkel verkocht worden als lokaas. Wormenkwekers zullen een mengsel verkopen dat veel minder kost. Dit zijn wormen van alle maten en leeftijden. Vaak werden de grootsten daarvan reeds er uit genomen om te verkopen als aas voor vis. Dit is helemaal goed. Omdat er ca. 165.000 jonge wormpjes in een pond zitten, en van de volwassen wormen ongeveer 700-

800, kan het aantal van zulk een mengsel heel erg verschillen. Een redelijk aantal in een mengsel is 2200 per pond.

In feite doet het er niet veel toe hoe groot het aantal het is, omdat het om het gewicht gaat dat bepaalt hoeveel dat ze zullen eten. Rode wormen eten iedere dag een beetje meer voedsel dan hun eigen gewicht. Als dat dan zo is, waarom raadde ik dan voor het eerste begin van te vermicomposteren aan om dan 2 pond wormen op ieder pond afval te nemen? Dit omdat de wormen die je zult kopen niet bedoeld zijn om te leven in het soort bodemmateriaal dat je hun zult geven, en ook niet aangepast zijn aan het afvalmengsel dat je hun zult voeren. In het begin zullen er wat verliezen zijn. Na enkele weken zullen de wormen die overleefd hebben zich aangepast hebben.

De meeste mensen begrijpen dit falen niet altijd goed, maar omdat ze zich ook de successen herinneren zullen een paar kleinigheden hun niet tegenhouden. Dus is het belangrijk om met voldoende wormen te beginnen. De enigste mogelijkheid dat het vermicomposteren gaat stinken is als de wormen te veel gevoerd krijgen. Als ze vlug alle voedsel kunnen eten dat hun gegeven wordt functioneert het systeem goed en er komt generlei stank van af. Onthoudt dat er in het begin wel eens enkele korte problemen kunnen voorkomen totdat je hun opnamevermogen kunt inschatten.

### **Het opzetten van een wormenbak.**

Rode wormen hebben wel een vochtige maar geen drassige omgeving nodig met een ongeveer vochtgehalte van 75 % aan gewicht.

Het bodemmateriaal is van zichzelf uit erg droog. Dus kan men het beste dit bodemmateriaal wegen en dan 3 maal dat gewicht aan water er aan toe voegen. Een juiste schatting is het om ongeveer 1 tot 1  $\frac{1}{2}$  pond droog materiaal voor elke 30 liter (= 30 kubieke decimeter) bodemmateriaal van de doos te nemen.

Het maken van het bodemmateriaal kan een knoeierig werkje zijn. Het is waarschijnlijk het beste om daarvoor een lege afvalbak of zoiets te gebruiken. Doe voorzichtig de helft van het (waarschijnlijk stoffige) bodemmateriaal in de mengbak. Doe ongeveer de helft van het benodigde water er bij en meng alles goed door elkaar. Doe er dan 2 handen vol aarde bij, de rest van het bodemmateriaal, en de rest van het water. Meng alles goed dooreen tot alle water is geabsorbeerd. Verspreid het materiaal dan gelijkmatig door de lege wormenkist heen. Als je alles correct hebt afgemeten zal er geen water uit de gaten in de bodem lekken, en het bodemmateriaal zal ook niet druppelen als er een handvol er van matig hard wordt uitgeknepen.

Doe er dan de wormen bij. Spreid je rode wormen boven op het bodemmateriaal uit. Ze zullen liefst vlug onder de oppervlakte willen wegkruipen omdat ze zich tegen het licht willen beschermen en binnen enkele minuten zullen ze dan ook verdwenen zijn. Doe er dan nu de keukenafval op. Als je dit voor de eerste keer doet, dan raad ik aan dat je de afval over het

gehele oppervlakte verspreid en het er in te mengen met een handhark met drie tanden. Dit is het beste gereedschap om mee in de bak te werken omdat de ronde tanden daar van niet door de wormen snijden.

Dek dan de bak af met een deksel. Mary Appelhof raadt daarvoor een plastic zeil aan dat een beetje kleiner is dan de afmetingen van de kist. Het zwarte materiaal houdt het licht er van vandaan en geeft de wormen de mogelijkheid om actief te zijn tot aan de bodemoppervlakte. Je kunt eventueel best even zelf vaststellen of een plastic afdeklaag te veel vocht terughoudt, of de luchtdoorstroming te veel tegenhoudt. Toen ik mijn wormenbak met plastic afdekte, druppelde er te veel er uit. Maar vervolgens stelde ik vast dat het meeste voer dat ik aan de wormen voer uit vers vegetatief materiaal bestaat dat 80-90% water bevat. De meeste huishoudens zullen echter droger materiaal voeren zoals gebakken brood en kliekjes. Ik heb vastgesteld dat het bij onze voedingswijze beter is om de bak op een plaats te zetten waar maar weinig licht is en maar een enkel vel krantenpapier te gebruiken dat gevouwen werd naar de binnenmaat van de doos zoals een losse deksel die de luchtdoorstroming bevordert, het licht aan de oppervlakte wat vermindert, en het verlies van vocht beperkt, alhoewel dit niet geheel stopt.

### **Het voeren van de wormen.**

Rode wormen leven op ieder soort plantaardige afval die je over hebt van je maaltijd. Hier volgt een lijst van mogelijkheden: aardappelschillen, de schillen van citrusfruit, de buitenste bladeren van sla en kool, spinaziestengeltjes, de binnenste kropstengel/stam van kool en bloemkool, het onderste deel van de selderijknol, kliekjes, bedorven voedsel zoals oude gebakken bonen, beschimmelde kaas en ander restjes, theezakjes, eierschalen, en het pulp van de sapcentrifuge. Een absolute favoriete lekkernij voor de wormen is koffiedrab (gebruikte koffiepoeier) alhoewel die wel kan gaan fermenteren en geur kan veroorzaken.

Liefhebbers van oploskoffie kunnen de filters ook mee in de wormenbak gooien. Dit extra papier verrijkt hoofdzakelijk het bodemmateriaal. Grote stukken plantaardig materiaal kunnen er lang over doen om verteerd te worden. Verklein of vermaal de harde binnenstengels van bloemkool, kool en de onderste stukken van de selderijknol voordat die in de compostemmer gemengd worden. Het is niet noodzakelijk om de kool zelf klein te maken, dit alles zal wel afgebroken worden.

Het is wel verkeerd om vleesproducten in een wormenbak te doen. De geuren van het verterende vlees kunnen erg vies stinken, en het is bekend dat het muizen en ratten aantrekt. Kleine hoeveelheden die klein gesneden zijn en die goed uitgespreid worden, zullen wel goed verteren. Botten kunnen in de wormenbak maar langzaam decomposteren. Als je de uitwerpselen van de wormen verspreid als compost, dan kan dat niet aantrekkelijk uitzien als dit schoongeplukte witte stukjes botten bevat. Kippenbotten zijn zacht en kunnen in het vermicomposteren verdwijnen. Als je de botten zou kunnen klein malen voordat ze in de wormenbak komen, dan zouden ze wel een waardevolle toevoeging aan je compost zijn.

Vermijdt het ook om niet-biologisch afbreekbare materialen zoals plastic, flessendoppen, rubberen ringen, aluminiumfolie, en glas in de wormenbak te doen.

Laat je kat geen gebruik maken van de wormenbak.....De geur van kattenurine zou al vlug niet meer te verdragen zijn omdat de urine zo veel stikstof bevat dat het een aantal wormen kan doden. Erger is dat de mest van katten de cysten van een protozoënziekte op het menselijk organisme kunnen overbrengen, deze heet *Toxoplasma gondii*, alhoewel de meeste katten deze ziekte niet dragen. Deze parasieten kunnen ook onderkomen vinden bij volwassen mensen zonder dat die zich op enigerlei wijze ziek voelen, alhoewel kunnen ze wel via de moeder op de ontwikkelende foetus worden overgebracht en de *Toxoplasma gondii* hersenschade kan veroorzaken. Omdat je met de inhoud van de bak omgaat, wil je geen risico lopen om met deze parasieten geïnfecteerd te worden.

De meeste mensen gebruiken het een of ander plastic emmertje zoals dat van een 2-liter yoghurt kan, een lege ingevette melkdoos of zoiets om de keukenafval in te doen. Er ontwikkelen zich pas stanken in als de anaerobische decompostering begint. Als zulk een emmertje voller wordt, dan leg er geen deksel op maar voer het aan de wormen.

Het is schoner om de afval in kleine plaatsen van de bak onder te graven, dan die door de hele bak heen te roeren. Als men afval in de wormenbak roert, dan til de afdekking of bedekking er van op, maak het bodemmateriaal wat open met een drietandige handhark, en maak er een gat in van ongeveer de maat van je afvalemertje. Doe de afval dan in dit gat, en bedek het dan met een 2-3 cm van het bodemmateriaal. Dit werkje neemt maar een enkele minuten in beslag. Enkele dagen later zal het keukenafvalemertje dan weer vol zijn. Maak en vul dan een ander gat naast het eerste, en ga dan volgens deze methode door de hele bak heen voort. Na verloop van tijd kom je dan wel weer terug op de eerste plaats maar waar nu de afval onherkenbaar is geworden. Deze plaats zal er uitzien dat die hoofdzakelijk wormuitwerpselen en bodemmateriaal bevat, en er zal ook geen sterk ruikende stank van af komen als die door elkaar geroerd of open gemaakt wordt.

### **Soms een teveel aan afval.**

Na feesten, feestdagen en in het inmaakseizoen is het makkelijk om de verteringscapaciteit van een wormenbak te overbelasten. Dit probleem zal zich zelf herstellen zonder iets daar voor te hoeven te doen, maar je zult er waarschijnlijk geen zin in hebben om een week of twee in de anaerobische stank te leven. Een makkelijke manier om het "genezingsproces" van een anaerobische wormenbak te versnellen, is door die op te woelen en los te maken met je handhark.

Huishoudens met veel plantaardige kost hebben in de zomer enorm grotere hoeveelheden organische afval. Dit hebben ook mensen die invriezen in de periode dat er volop geoogst wordt. Een goede oplossing voor deze overbelastingen in het seizoen is het om een tweede, alleen in de zomertijd gebruikte buitenshuiswormenbak in de in gebruik

te nemen die in de garage of andere plaats in de schaduw staat. Appelhof gebruikt een oude lekkende wastobbe daar voor. Deze tobbe krijgt enkele centimeters van het verse bodemmateriaal en wordt dan geënt met 4 liter van de werkende vermicompost uit de oorspronkelijke eerste wormenbak. De hele zomer kan de extra afval dan daar in gedaan worden.

Mary zegt:

"Ik heb daar buiten bij de garage als "wormenbak-vervanger" een oude lekkende wastobbe gebruikt. In het inmaakseizoen ging de pulp van de druiven, de kolven en omhulsels van de maïs, de stengels, de struiken van de bonen en andere herfstresten er in. Toen het ging regenen werd dit vochtig en de wormen werden groot van al het voedsel en vocht. Rond de tijd van de eerste vorst brachten we het naar binnen. De wormen bleven het materiaal bewerken tot er geen voedsel meer over was. Na 6 tot 8 maanden waren de enigste herkenbare resten enkel nog wat maïskolven, pompoenzaden, tomatenvellen en sommige niet gedecomposeerde omhulsels van de maïs. De rest bestond uit uitstekende wormenuitwerpselen en enkele stevige ondervoedde wormen.

### **Vakantie.**

Het is geen probleem om enkele weken van huis te gaan. De wormen zullen eenvoudigerwijs verder gaan met het eten van de afval die er in de bak zit. Eventueel zal hun voedselvoorziening afnemen zodat de populatie zal verminderen. Dit zal zichzelf oplossen zo vlug als je de bak weer begint te voeren. Als er een maand of langer voorbij gaat zonder voedsel te voeren, of als het huis tijdens een winterse afwezigheid onverwarmd is, dan kun je beter je wormenbak aan een vriend geven die er voor zorgt.

### **Fruitvliegjes.**

Fruitvliegjes kunnen soms een erg vervelend zijn als je wormenbak in huis staat. Ze zullen er niet altijd zijn, en ook niet altijd in ieder huis, maar als ze er zijn, dan zijn ze vervelend. Fruitvliegjes zijn echter niet onhygiënisch, ze bijten niet en zoeken ook geen mensen om lastig te vallen, maar zoeken overrijp fruit en fruitpulp. Gewoonlijk zullen fruitvliegjes rond het voedsel cirkelen dat hun interesseert. We hebben geaccepteerd dat er in de zomer enkele in onze keuken zijn bij de vele rijpe en rijpende tomaten boven de vensterbank in de keuken. Als we vers "V-7" sap maken, dan komen ze over de afval van de sapcentrifuge te verzamelen, waarin vele soorten plantaardig pulp zit. Als je wormenbak deze soorten materiaal bevat, dan zullen de fruitvliegjes dit aantrekkelijk vinden.

Appelhof raadt aan om ze op te zuigen met een stofzuiger als het aantal te veel wordt. Fruitvliegjes zijn een goede reden voor die mensen die er een Teutoonse netheid er op na houden om in de kelder of buitenshuis te gaan decomposter.

## Onderhoud.

Nadat een nieuwe bak enkele weken lang gevuld werd, zul je zien dat het bodemmateriaal donkerder van kleur geworden is en op verschillende plaatsen wormuitwerpselen te zien zijn. Zelfs ondanks dat er voortdurend voedsel aan wordt toegevoegd, zal het bodemmateriaal langzaam aan verdwijnen. De uitgebreide decompostering van het bodemmateriaal door ander kleine bodemdiertjes en micro-organismes begint beduidend groter te worden.

De levensomstandigheden van de wormen verslechteren omdat de wormuitwerpselen het grotere deel van de bak gaan uitmaken. De wormen lijden eventueel en hun aantal en activiteit begint af te nemen. Verschillen in bodemmateriaal, temperatuur en vocht, en de samenstelling van de keukenafval zal het regelen hoe lang daar voor nodig is, maar eventueel zul je de wormen van hun uitscheidingen moeten separeren, en ze in vers nieuw bodemmateriaal moet omzetten.

Als je het vermicomposteren het hele jaar door doet zal het waarschijnlijk noodzakelijk zijn om de kist eens in de vier maanden te vernieuwen. Er zijn meerdere methodes om de wormen van hun uitscheidingsmateriaal te scheiden:

*Het handmatig sorteren* werkt goed nadat men een wormenbak eerst op een laag pitje laat lopen. De wormen worden dan niet gevoerd, tot bijna al hun voedsel werd gegeten, en ze in bijna puur uitscheidingsmateriaal leven. Leg dan een dik plastieken zeil van minstens 1.20 m vierkant op de grond, vloer of tafel, en schud of schep de inhoud van de wormenbak daar op. Maak dan 6 - 9 naar de bovenkant spits toelopende hoopjes er van. Je zult dan overal wormen zien. Als je dit binnen doet, dan zorg er voor dat er veel licht in de kamer is. De wormen zullen dan naar het binnenste van de hoopjes kruipen. Wacht dan 5 minuten of zo, en schraap dan voorzichtig de buitenkant van ieder hoopje er van af, de een na de ander. Tegen de tijd dat je met de laatste hoop klaar bent, zullen de wormen zich in de eerste hoop weer ver naar binnen hebben teruggetrokken en kun je daar weer beginnen.

Herhaal deze werkwijze en schraap het uitwerpselenmateriaal beetje bij beetje van de conische hopen af tot er niet meer veel over is. In een verbazend korte tijd zullen de wormen allemaal in het midden van een kleine hoop uitscheidingsmateriaal zitten. Het is niet noodzakelijk om de wormen van al deze uitscheidingen te separeren. Je kunt ze nu opscheppen en ze in vers bodemmateriaal plaatsen om opnieuw te beginnen zonder verder ongemak voor de volgende vier maanden. Gebruik de vermicompost voor de binnenshuis planten, in de tuin, of bewaar het voor later.

Dit met de hand uitsorteren is bijzonder nuttig als je enkele ponden wormen aan een vriend wilt geven.

*Het verdelen van de bak is een andere eenvoudige methode. Je kunt gewoon ca. 2/3 van de inhoud van de bak er uit halen en in de tuin verdelen. Vul de bak dan weer opnieuw met nieuw vers bodemmateriaal en meng de overgebleven wormen, uitscheidingen en het voedsel dat er nog in de bak zit er door. Er zullen vele wormen en eierencocons in de bak blijven. Alhoewel zullen de wormen die in de tuin terecht zijn gekomen daar waarschijnlijk niet overleven.*

*Een andere betere methode van een bak te verdelen voorkomt dat men niet zo veel wormen verspilt. De hele inhoud van de bak wordt naar een kant gedaan, zodat 1/3 tot de helft van de bak leeg is. Er wordt nu nieuw bodemmateriaal en vers voedsel aan de "nieuwe" kant gedaan, maar er wordt een maand lang of zo geen nieuw voedsel aan de "oude" kant gedaan. Tegen die tijd zullen alle wormen naar de nieuwe kant verhuisd zijn. Dan kan de oude kant geleegd worden, en gevuld worden met vers bodemmateriaal.*

Noordelijk levende mensen, zullen hoofdzakelijk alleen in de winter een wormenbak gebruiken omdat dan alle andere composteermethodes ongemakkelijk of onmogelijk zijn. In zulk geval moet men de bak vanaf de herfst tot in de lente flink voeren, en die dan verder laten lopen zonder veel nieuw voedsel, dit tot in het midden van de zomer. Tegen die tijd zullen er maar weinig wormen over zijn in zulk een bak van uitscheidingen. De wormen kunnen dan van hun uitscheidingen gesepareerd worden, en de bak kan hervuld worden met bodemmateriaal, en men kan de resterende wormen dan net zo veel voeren dat ze net zo vlug toenemen in aantal dat ze tegen de herfst voldoende aanwezig zijn om al je winterafval te eten.

### **Het composteren in grote afvaltonnen.**

Hier is een vermicomposteringsmethode met een grote capaciteit voor mensen die veel plantaardig materiaal eten en voor grotere families.

Dit systeem kan zelfs voldoende verteringscapaciteit hebben voor serieuze sapmakers. Je zult 2 of 3 vaten of tonnen nodig hebben van metaal of plastic, en van 80 - 120 liter inhoud. In 2 daarvan moet men van onder tot boven vele gaten boren van ongeveer 12 mm diameter, dit van de bodem tot bovenaan, en ook in de deksel er van. Het derde vat kan gebruikt worden als een goede manier om extra bodemmateriaal te bewaren, in droge toestand.

Begin de compostering met ongeveer 25 cm bodemmateriaal op de bodem van de eerste ton, doe daar afval op zonder dat te mengen en doe er af en toe een dunne laag vers bodemmateriaal overheen.

Eventueel kan de eerste ton vol worden, maar er zullen honderden liters afval moeten zijn verteerd voordat het zover is.



Als die dan tenslotte vol is, zal het merendeel van de inhoud uit uitwerpselen van de wormen bestaan en er zullen nog maar weinig wormen in zitten, als al. De meeste van de resterende activiteit zal in het oppervlaktegebied zijn waar vers voedsel en meer lucht is. Het vullen van de eerste ton kan eventueel 6 maanden tot een jaar duren.

Begin dan vervolgens aan de tweede ton door de bovenste centimeters van de eerste ton waar de meeste wormen in zitten in de tweede ton over te scheppen, in meerdere centimeters van vers bodemmateriaal van de tweede ton. Ik wacht dan vervolgens nog een maand tot de wormen die nog in de eerste ton zitten het verteren van alle resterende afval beëindigd hebben. Dan heb je 100 - 120 liter wormenuitwerpselen die klaar zijn om gebruikt te worden als compost.

De binnenkant van de vaten kan als ze leeg zijn met gewone lak beschilderd worden, dit zal de duurzaamheid er van erg verhogen. Echt grote keukens kunnen tegelijkertijd 2 vermicomposteringsvaten nodig hebben.

## DEEL TWEE

### Het Composteren Voor de Voedseltuinier.

#### Inleiding.

Er is een hoop verwarring in de tuinierswereld over compost, organisch materiaal, humus en de bemestingsstoffen m.b.t. hun rol in de bodemvruchtbaarheid, de gezondheid van de planten, de dieren en de mensen, en het goed slagen van alles in de tuin. Sommige autoriteiten lijken zo veel mest of compost aan te bevelen als dat het maar mogelijk is. De meesten daar van blijken zich maar weinig druk te maken over de kwaliteit daar van.

De mooi opgedofte boeken die gepubliceerd worden door een groter petrochemisch bedrijf, weten heel goed hoeveel organisch materiaal in de bodem belangrijk is, maar geven daar maar weinig richtlijnen over terwijl ze gefixeerd zijn op chemische meststoffen.

Biologische tuiniers wijzen chemicaliën echter af als of ze van de duivel komen, en zoals J. I. Rodale in *The Organic Front* aanraadt:

"Is het praktisch om de groenten in een tuin geheel exclusief op te laten groeien zonder hulp van chemicaliën en kunstmest? Het antwoord daar op is niet alleen *ja*, maar van zulk een tuin zul je dan ook de hoogwaardigste groenten krijgen voor een gourmettafel mee op te dienen."

In de 1950er jaren bracht een door de overheid opgezet laboratorium van de Cornell University enkele ernstig bedorven onderzoeken uit die "bewezen" dat voedsel dat met chemische stoffen opgekweekt werd, net zo voedingsrijk of voedingsrijker zou zijn dan biologisch opgekweekt voedsel. De investeringen van de overheid die in "wetenschappelijk

onderzoek" werden gemaakt, werden uitgevoerd om de wankel makende (de vele economische belangengroepen) voedings- en gezondheidsclaims te counteren die de biologische landbouwbeweging maakte. Zo observeerde bijvoorbeeld Lady Eve Balfour in *The Living Soil*:

"Ik heb praktisch mijn hele leven lang een gezond leven op het land geleefd, en de laatste 25 jaar daar van was ik actief betrokken in het boerderijleven. Ik ben lichamelijk stevig gebouwd en heb nog nooit een zware ziekte gehad, alleen tot in 1938 had ik in de winter altijd last van reuma, en van november tot april leed ik altijd aan een hoofdverkoudheid.

Ik begon er mee om compost te maken naar Howard's methode en gebruikte die het eerst voor de groenten die we thuis consumeerden.....de volgende winter had ik geen verkoudheden meer en voor de eerste keer in mijn leven was ik vrij van reumatische pijnen, zelfs in periodes van vochtig regenachtig weer."

50 jaar later was er nog steeds een grote onenigheid over de juiste bewerking voor tuin en boerderij. Mensen die het niet eens zijn met de autoriteiten geloven dat er een verband is tussen de bodemvruchtbaarheid en de goede gezondheid van de planten, dieren en mensen die er op die bodem leven, en stellen zich liever aan de biologische kant op. Mensen die zichzelf "praktisch" of wetenschappelijk noemen, stellen zich dan graag aan de kant van de hoofdzakelijke stroming van de landhuishoudkunde op, en beschouwen de chemische landbouw als de enigste methode die voldoende kan produceren zodat de industriële maatschappij kan bestaan.

Vele jaren lang was ik erg in de war door al deze dingen. Was jij dat eventueel ook ? Of heb je je er in berust en denk je geen informatie meer nodig te hebben ? Ik dacht vroeger ook eens dat de biologische kant alle juiste antwoorden had, maar jarenlang uitleg in tuiniersboeken over de omgang met de bodem, lieten me altijd weer opnieuw over de vragen nadenken "Waarom is organisch materiaal zo belangrijk in de grond ?" en "Hoeveel en welk materiaal hebben we nodig ?" Ik stelde vast dat deze onderwerpen nog steeds een beter en duidelijker antwoord nodig hadden. Wel, dit boek probeert zonder ideologie in deze antwoorden te voorzien.

### **Een beetje geschiedenis over de biologische beweging.**

Hoe begonnen al deze onoplosbare controversiteiten over een thema dat eigenlijk wetenschappelijk duidelijk zou moeten zijn. Omstreeks 1900 begonnen de "experten" de boeren altijd meer aan te moedigen om chemische meststoffen te gebruiken en hun te laten denken om echte mest en compost te negeren omdat zo iets niets fatsoenlijks zou opleveren en overbodig zou zijn. In die tijd leek dit advies praktisch omdat de chemicaliën de oogst enorm lieten toenemen en winst opleverden, terwijl de chemie plus de gemotoriseerde boerenmachinerie, minus het vee, enorm de werklust van de boer vergemakkelijkte, en het mogelijk maakte dat de boer afstand kon doen van de productie van voederoogsten van lage waarde, en zich nu kon concentreren op oogsten die meer geld binnenbrachten.

Verbazingwekkend begonnen zich na de eerste wereldoorlog nieuwe problemen voor te doen zoals ziekten- en insectenbeval en het verlies van de kracht in de zaden. Deze problemen bleken niet direct duidelijk in verband te staan met de industriële landbouw, de afschaffing van het vee, de bemesting en compostering, of met de afhankelijkheid van de chemische stoffen. De in de problemen zittende boeren zagen zich zelf als onschuldige slachtoffers van alles dat er gebeurde en moesten de chemische plantendoctor inhuren, net zoals ook zieke mensen door de medische doktors aangemoedigd worden zichzelf als slachtoffers te bezien die geheel niet verantwoordelijk zijn voor het scheppen van hun eigen toestand, en niet in staat zijn die te kunnen genezen zonder dure en gevaarlijke medische interventie.

Sinds lang voor de Romeinse tijd werd de bodem van een boerderij holistisch bewerkt. De boerderijen hadden onvermijdelijk vee, en de dierlijke mest of compost die gemaakt werd van verse mest of groenbemesters waren de hoofdzakelijke in stand houders van de bodemvruchtbaarheid. In 1900 bevatten de productieve boerderijgronden nog steeds grote reserves aan humus als gevolg van vele duizenden jaren lang bemesten.

Zo lang als de humus nog voldoende hoeveelheid aanwezig is, kunnen kleine hoeveelheden chemicaliën de feitelijke groei stimuleren en de opleverende oogst verhogen, en dus ook de gezondheid van de groente die dan nergens gebrek aan heeft en ook geen ziektes of insectenbeval krijgt die zich tot een plaag kunnen ontwikkelen. Maar humus is geen permanent blijvend materiaal en decomposteert na verloop van tijd ook. Het weglaten van het bemesten heeft langzaam aan het humusgehalte verminderd, en daardoor nam het leven in de bodem consequent af. En, het is ook nog zo (zoals later zal worden uitgelegd), dat stikstofrijke meststoffen het humusverlies versnellen.

Met de vermindering van het organisch materiaal in de bodem, ontstonden er langzaam aan nieuwe problemen in de gezondheid van planten en dieren, terwijl de plundering door insecten verergerde en de oogst verslechterde omdat de afname van humus in de bodem een altijd hogere noodzaak van kunstmeststoffen noodzakelijk maakte om de oogst te behouden. Deze veranderingen ontwikkelden zich maar stapsgewijs en onregelmatig, en er zat een lange tijd tussen de eerste afhankelijkheid van chemicaliën en de resulterende bodemverslaving daar aan, en de altijd meer toenemende problemen op de boerderijen. Een nieuw gezelschap wetenschappelijke experts, universiteiten en landbouwbusiness interesseerden hadden er zelfzuchtige redenen voor om andere oorzaken voor de problemen aan te geven dan het verlies van de humus in de bodem. De altijd toenemende opmerkzaamheid van de in de problemen zittende boeren, fixeerte zich op de bestrijding van ziektes van planten, dieren, en insecten, en dit altijd met nieuwere en betere chemicaliën.

Net als bij de dieren op de boerderij, kwam de gezondheid van de mensen ook overeen met de vruchtbaarheid van de bodem. De industriële landbouw verminderde de gemiddelde voedingskwaliteit van het voedsel altijd verder, en vermeerderde daarmee langzaam aan de degeneratie van de mens, maar deze effecten werden verborgen door een statistische

toename van de levensduur van de mens ten gevolge van verbeterde hygiënische omstandigheden, de vaccinaties, en in de 1930er jaren het gebruik van de eerste antibiotica. Statistisch gezien leven we langer, maar als individuele mens zijn we er slechter aan toe. In feite is de meeste toename van de statistieke levensduur afkomstig van kinderen die nu de kinderziektes overleven. De mensen hebben maar een kort geheugen en hebben de neiging te denken dat de dingen altijd zo waren als dat ze tegenwoordig zijn. De langzame maar altijd toenemende vermeerdering van met de voeding in verband staande ziektes zoals tandverval, diabetes, hartziekte, geboortefwijkingen, mentale achteruitgang, verslaving aan drugs en medicijnen, of kanker, worden in het algemeen niet gezien als een "nieuw" probleem, terwijl subtiele vermindering in het goed voelen niet opgemerkt worden.

Tijdens de 1930er jaren begonnen zich een aantal verder dan hun neus kijkende personen zorgen te maken over de sociale geschiktheid van de chemisch afhankelijke boerderijvoeding. De artsen Robert McCarrison en Weston Price legden hun bezorgdheid aan andere gezondheidsprofessionals voor. Rudolf Steiner observeerde dat de daling in de menselijke gezondheid zijn volgelingen die de zachtere biologische-dynamische boerderijbeweging oprichtten er in belemmerde zich spiritueel te verbeteren. Steiners principieel Engels sprekende volgelingen, Pfeiffer en Koepf, schreven uitgebreid en goed over de biologische land- en tuinbouwbeveiliging.

Professor William Albrecht, de voorzitter van het *Soil Departement* van Missouri, probeerde de boeren te helpen om gezonder vee op te laten groeien, en legde erg exclusieve verbanden vast tussen de bodemvruchtbaarheid en de gezondheid van dieren en mensen. Iedere ernstige tuinier of andere persoon die in gezondheid en preventieve geneeskunde geïnteresseerd is, zal het waard vinden om de boeken van al deze unieke personen te lezen.

Ik betwijfel of de geschriften en lezingen en lezingen van enigerlei van de bovenstaand genoemde personen een bittere controverse hebben laten ontstaan zoals het intense ideologische gevecht dat zich ontwikkelde tussen de biologische landbouw en de gevestigde landbouwbusiness. Dit kwam meer door het werk van de twee energetische en zeer puristische mensen: Sir Albert Howard en zijn Amerikaanse volgeling J. I. Rodale.

Howard's kritiek was terecht gebaseerd op een betere gezondheid van dieren en mensen als resultaat van het gebruik van compost om de bodemvruchtbaarheid op te bouwen. Howard ondernam een bijna religieuze kruistocht tegen het kwaad van de chemische kunstmest, waarschijnlijk omdat hij concludeerde dat de gemiddelde zwakke ethische toestand van de boer niet in staat zou zijn om de blijkbaar winstopleverende allures van de chemicaliën te weerstaan omdat ze anders dachten. Let eens op de hoge emotionele lading in dit korte citaat van hem uit Howard's tijdschrift *Soil and Health*:

"Kunstmest leidt tot kunstvoeding, kunstdieren en tenslotte tot kunstmensen." Wil je zelf ook kunstmatig zijn?

Rodale's strijdend *Organic Front* bewerkte dat de lezers zich op meer gebied gebrekkig voelden als die het niet eens waren met het vitale belang van het recyclen van het

organische materiaal. "Chinezen gebruiken geen kunstmest. Ze brengen ieder klein beetje organisch materiaal dat ze maar hebben weer terug naar het land. Als je in China een hoop plantaardig afval verbranden zou, dan zou je zwaar bestraft worden. Er zijn veel fantastische verhalen er over hoe een Chinees zich inspant om uitscheidingsresten van mensen te verkrijgen. Een reiziger vertelde me dat terwijl hij op een toilet in Sjanghai was, er 2 mannen buiten stonden te wachten om het op te vangen en zich er mee uit de voeten te maken".

Misschien straf je jezelf ook heel erg als je je eigen organische materiaal verspilt.

Rodale begon rond 1942 intens voor de biologische beweging te preken en te bekeren. Met een diepgaande uniekheid voor ideologieën, bestreed hij de chemische bedrijven, bestreed hij de chemische kunstmest, bestreed hij de chemische pesticiden en bestreed hij de wetenschappelijk gevestigde landbouw. Met zijn beperkte technische opleiding overdreef de goedbedoelende Rodale af ten toe wel eens, beschreef te eenvoudige dingen als wetenschap, en uiterlijke wetenschappelijke absurditeiten als feit, en hij streed en streed en streed, samen met een breed biologische front. En zo verdedigden, verdedigden en verdedigden de onderwerpen van zijn strijd zich ook.

Er werd een hoop verwarring gewekt door de tegenstrijdigheden van Rodale's zelfrechtvaardigende en soms vage wetenschappelijke stellingen, en de amuserende zelfbehaaglijke verdediging van de wetenschappelijke gemeenschap. Ronald Hopkins' *Chemicals, Humus and the Soil*, is de meest humane en edelmoedige verdediging tegen het extremisme van Rodale.

Hopkins maakt gehakt van vele biologische principes terwijl hij steeds de vitale rol van humus hoog houdt. Iedereen die zichzelf als supporter van het biologische landbouw en tuinieren ziet, zou eerst eens ergens dit oude, niet meer gedrukte boek te pakken moeten krijgen om de argumenten van Hopkins eens te bekijken.

De biologisch gevestigde vijandigheden gingen vele jaren lang voort. Na zijn vaders dood, begon Rodale's zoon en rechtmatige opvolger Robert zich te realiseren dat er een goede middenweg zou zijn. Alhoewel vermoed ik dat Robert Rodale het verkondigen van een minder ideologische boodschap als een probleem ondervond. De meeste van de lezers van het tijdschrift: *Organic Gardening and Farming* en de kopers van biologische tuinboeken die gepubliceerd werden door de Rodale Press stonden niet open voor dubbelzinnigheid.

Ik zie biologische tuiniers overwegend als voorbeelden van Amerikaans purisme, die een duidelijk eenvoudig systeem van hoofdzakelijk "W" als Waarheid willen hebben, en waar in geen plaats voor uitzonderingen is, en ook niet voor complicaties of een grijs gebied. "Biologisch", werd door de Rodales Publications gedefinieerd als het laten groeien van voedsel door middel van het gebruik van een lijst met goedgekeurde substanties die als juist en deugdzaam werden beschouwd, terwijl ze een andere lijst met afschuw vermijden, die als "van de Duivel" werd beschouwd, net zoals koosjer en niet-koosjer voedsel van de orthodoxe Joodse religie. En net zoals andere puristen konden de biologische trouwe aanhangers zich zelf dan als superieure mensen zien.

Maar andere vernieuwers van de landbouw hebben begrepen dat er *wèl*/grijze gebieden zijn - - dat chemicaliën niet helemaal slecht of goed zijn, en dat er andere verstandige en holistische maatstaven kunnen worden aangewend om te beslissen wat de beste manier is om een oogst op te laten groeien. Deze mensen begonnen nieuwe landbouwmethodes te bepreken zoals *Integrated Pest Management* [IPM], of *Low Input Sustainable Agriculture* [LISA], alles methodes die een minimaal gebruik aan chemische stoffen toelaten zonder de focus op de belangrijke vitale rol van het organische materiaal in de bodem weg te laten.

Ik denk dat Bob Rodale enkele jaren geleden de waarheid daar van in zag, en dat dit hem met een probleem opzadelde - - hij wilde niet de grote politieke en financiële ondersteuningsbron op het spel zetten, dus splitste hij de landbouwbewerking van het tijdschrift *Organic Gardening* en begon met twee nieuwe tijdschriften; één daarvan met de naam *The New Farm*, was voldoende ver verwijderd van minder opgevoede ogen, en waar in hij bepaalde kleine veranderingen in de biologische kring kon bespreken zonder de lezers van *Organic Gardening* daarmee te verontwaardigen.

## **De hedendaagse verwarringen**

Ik heb deze kleine interpretatie van de biologische landbouwbeweging primair aan die tuiniers aangeboden die net als mijzelf ook hun basisbegrippen van Rodale Press hebben geleerd. Diegenen die nu niet met afkeer afstand nemen van dit boek, maar het gewoon willen beëindigen, zullen met een breder wetenschappelijk begrip van de hoogst belangrijke vitale rol van organisch materiaal daar van weg komen, en met wat zekerheid er over hoeveel compost dat je echt noodzakelijk moet maken en gebruiken, en ook over de rol die zowel compost en meststoffen kunnen hebben in het scheppen van het nivo van bodemvruchtbaarheid dat er nodig is om een geweldige groentetuin te laten groeien.

## **Hoofdstuk 7**

### **Humus en bodemproductiviteit.**

De boeken over chemische landbouwhuishouding klinken erg logisch, maar wel alleen maar zo lang tot je de feitelijke resultaten er van ziet. Planten die in chemische voedingsstoffenoplossingen groeien, kunnen wel groot zijn, maar zien er een beetje "af" uit, en op de een of andere manier ziek of zwak. Zonder een levende grond kunnen planten niet geheel gezond zijn of zo goed uitgroeien zoals ze dat zouden willen.

Door zich te fixeren op het vergroten en maximaliseren van het bodemleven in plaats van op chemische kunstmeststoffen, zijn biologische boeren in staat om uitstekend graan en ander voer te laten groeien. Op rijkere gronden kan dit zelfs generaties lang zo verder gaan. Misschien zelfs ook wel millennia lang, zonder daarvoor voedingsstoffen voor de planten uit

andere gebieden aan te hoeven voeren. Als er maar weinig of geen producten uit de farm naar buiten toe verkocht worden, kan deze manier van boerderijvoering een duurzaam landbouwsysteem zijn. Maar zelfs ook met een gezonde ecologie zijn er maar enkele bodems die van zichzelf uit vruchtbaar genoeg zijn om een voortdurende export van hun minerale bronnen te kunnen veroorloven door hun oogst van de boerderij naar buitenaf toe te verkopen.

Als we de afkomst van granen eens even onderzoeken dan kunnen we vaststellen dat ze zijn afgeleid van stevige grassen. Andere oogsten op het veld hebben overeenkomstige mogelijkheden om te leven, terwijl hun maar relatief weinig voedingsstoffen worden geboden. Als men goed er mee omgaat, zijn vruchtbare bodems in staat om zonder de verrijking of toevoeging van krachtige geconcentreerde voedingsbronnen dit lagere voedingsniveau te presenteren aan de groeiende gewassen.

Maar wat betreft de meeste groenten is dit anders, die verlangen veel meer. Er zijn maar enkele bodems, zelfs ook hele vruchtbare die nog nooit door een boer bewerkt werden die groenten kunnen laten groeien zonder enigerlei verbetering er aan uit te voeren. De boeren en tuiniers moeten de vruchtbaarheid van de bodem behoorlijk verhogen als ze behoorlijk goede groenten willen laten groeien. En als ze dit doen kunnen de keuzes die ze maken een groot effect hebben, en niet alleen op het directe slagen of falen op de goede groei daar van, maar vooral ook op de voedingskwaliteit van het voedsel dat ze er op laten groeien.

### **Hoe de humus van voordeel is voor de bodem.**

De wortels van planten, bodemdierpjes en de meeste andere micro-organismen in de bodem hebben zuurstof nodig om te ademen. Net zoals alle andere zuurstofverbranders geven ze koolzuur af. Daarom is het voor een goede groei en gezondheid voor hun nodig dat de bodem open blijft zodat de lucht er makkelijk in en uit kan stromen, anders bouwt de koolzuur zich op tot een toxisch nivo. Stel je maar eens voor dat je verstikt wordt door een plastic zak die om je hoofd gebonden is, dit is hetzelfde zo voor een wortel die probeert te leven in een compacte dicht op elkaar zittende grond.

Een bodem die alleen uit steendeeltjes bestaat, kan nauwelijks of geen lucht bevatten. Een wetenschapper zou dan zeggen dat die een hoge dichtheid heeft, oftewel dat het ontbreekt aan ruimte tussen de deeltjes. Alleen ruwe zandige grond blijft licht en open zonder organisch materiaal.

Er zijn maar enkele bodems die alleen maar uit ruw zand bestaan, de meeste bestaan uit mengsels van zand, slib en klei. Zandkorrels hebben een scherpe rand, het zijn grotere steendeeltjes die lijken op tafelsuiker of geraffineerde witte suiker. Onregelmatige hoeken houden de zanddeeltjes uit elkaar, en zorgen dat er een vrije instroming van lucht en vocht plaats vindt.

Slib wordt gevormd uit zand dat verweerd is tot veel kleinere afmetingen zoals die van poedersuiker of talkpoeder. Onder een microscoop zien de hoeken van de slibdeeltjes rond

uit omdat er zwakke zuren in de grond zitten die deze afbreken. Een beduidende hoeveelheid van het voedingsgehalte van deze gedecomposeerde steendeeltjes werden tot plantenvoedsel of klei. Slibdeeltjes kunnen erg compact op elkaar gaan zitten en laten maar weinig lucht over.

Omdat de zuren in de bodem het slib afbreken worden de minder oplosbare deeltjes tot kleikristallen. Kleikristallen zijn veel kleiner dan slibkorrels. Men heeft er een elektronenmicroscop voor nodig om de laagsgewijs opgebouwde platte structuren in de kleimoleculen te kunnen zien. Leisteen en dergelijke zijn stenen die zo gevormd werden door verhitte en onder druk staande klei. Hun in lagen opgebouwde kloofbare breekbare lagen zien er net zo uit als de moleculen waar ze van gemaakt zijn. Pure klei is zwaar, bevat geen lucht en is maar een erg slecht middel voor de plantengroei. Humusloze bodems die uit een mengsel bestaan van zand, slib en klei kunnen bijzonder compact en luchtloos worden omdat het kleinere slib en de kleideeltjes tussen de grotere zanddeeltjes in gaan zitten en dan alle ruimte daar tussen in opvullen. Deze bodems kunnen ook erg harde korsten gaan vormen die de er in stroming van lucht regen of bewateringen tegen houden en het uitkomen van de zaailingen belemmeren. De korsten aan de oppervlakte vormen zich op een zelfde manier zoals opdrogende cement.

Heb je wel eens een metselaar gezien die een cementen plaat of vloer maakt ? Eerst wordt er met een plank van links naar rechts over de vloeibare cement heen bewogen, en dan met een troffel en gletter. Deze beweging separeert de kleine deeltjes van het zand en de cement van dichtere grintdeeltjes. De fijnere deeltjes komen naar het oppervlakte waar ze met een gletter tot een dunne huid worden opgewreven. Hetzelfde gebeurt er als het regent op humusloze bodem, of als die bespoten wordt met een sproeier die een ruwe zware straal er op heeft. De druppels slaan dan op de grond en separeren mechanisch de lichtere deeltjes (in dit geval slib en klei) van de grotere meer dichtheid hebbende delen. De zanddeeltjes zinken, en de fijnere komen naar boven om daar een harde ondoordringbare korst te vormen.

Decomposterend materiaal in de grond maakt die open en los en beter toegankelijk voor de plantengroei. De voordelen daar van zijn zowel direct als indirect. Decomposterend organisch materiaal functioneert mechanisch gezien net zoals een verend sponsmateriaal dat de compactheid van de grond vermindert. Maar het verrotten verloopt snel en op korte termijn zal dit materiaal en de effecten er van praktisch verdwenen zijn. Je kunt makkelijk dit tijdelijk soort resultaat scheppen door een laag turf in enigerlei slechte bodem te verwerken.

Een veel beduidendere en duurzamere bodemverbetering kan geschapen worden door micro-organismen en aardwormen, wiens activiteiten de deeltjes van het zand, slib en de klei, sterk samenbinden, en waardoor grotere onregelmatig gevormde korrels gevormd worden die "kruimels" worden genoemd, en die maar moeilijk uit elkaar vallen. Een goed ontwikkelde kruimelstructuur geeft de bodem een aantal kwaliteiten die door boeren en tuiniers verrukt een "goed bewerkbare bodem" genoemd wordt. Voor iemand die op het land werkt, is het verschil tussen een goede en slecht bewerkbare bodem als dag en nacht. Als je bijvoorbeeld



van een niet-kruimelige bodem een donzig zaadbed wilt maken, dan zal die meteen al in het begin dicht gaan zitten (verslempen) als die besproeid wordt, of als het er op regent, of dat men er over heen loopt, en tot een luchtloze massa worden en waarschijnlijk ook een harde korst vormen. Maar een bodem met een goede bewerkbaarheid zal vele bewateringen toelaten, en men kan er redelijk over heen lopen zonder dat die compact op elkaar gaat zitten of een korst zal vormen.

De kruimels vormen zich als resultaat van twee op elkaar lijkende processen. Aardwormen en andere bodemdierpjes maken stabiele humuskruimels als de grond, de klei, en de decomposterende organische materialen door hun verteringssysteem gaan. De uitscheidingen die er uit komen zijn deze kruimels. Vrij levende micro-organismen in de bodem vormen ook kruimels. Als ze organisch materiaal eten scheiden ze slijmen en gom af die de kleine bodemdeeltjes bij elkaar cementeren tot duurzame kruimels.

Iedere keer als ik door het land rij, zie ik hoe treurig de situatie is geworden omdat de boeren hun organische materiaal in de bodem verminderden. De bodemkleur die donker zou moeten zijn, is dan lichter geworden omdat de mineralendeeltjes zelf gewoonlijk licht gekleurd of roodachtig zijn. De rijke zwarte of kastanjeachtige kleur die de grond kan krijgen komt door het organisch materiaal. Op platte humusloze velden vormen zich poelen als het hard regent, die daar vele uren of dagenlang op kunnen blijven liggen en alle lucht uit de bodem drijven, de aardwormen laten verdrinken, en de wortels van de oogst verstikken. Op heuvelachtige velden loopt het water eerder van de grond af dan dat het er doorheen sijpelt. De bewijzen daar van kunnen worden gezien aan de modderige stromen en in zwaardere gevallen door groeven of geulen die zich door het veld heen trekken, die veroorzaakt worden door het vlug stromende water dat de deeltjes van de verkorstende bodemoppervlakte losmaakt als dat van het veld afstroomt.

Later zullen de boeren zich dan beklagen over droogte of onvruchtbaarheid, en zoeken dan hun heil in het helpen van hun oogst door middel van besproeiingen en chemicaliën. Het is zo, dat als al het water dat op het veld is gevallen in de aarde zou zijn gesijpeld, dat de oogsten waarschijnlijk niet geleden zouden hebben onder de langdurige droogteperiodes zonder regen.

Deze zelfde humusloze velden verliezen nog meer van de bodemmateriaal als ze in droge toestand wordt bewerkt, dit in de vorm van wegwaaiende stofwolken.

De meeste boerderijbodemerossie wordt veroorzaakt door ons falen om het noodzakelijke humuspercentage er in te behouden. Amerika verliest momenteel zijn beste oogstland, in een niet terug verkrijgbare mate. **Er is nog nooit een beschaving in de historie geweest die het verlies van hun zo hoogst belangrijke landbouwland heeft kunnen overleven.**

Voordat de industriële technologie duizend maal meer kracht in de handen van de boeren plaatste, maakten de mensen binnen 1000 - 1500 jaar uit ieder beschaafd gebied een arme halfwoestijnachtig vlakte. Dit droevig gebeuren wordt in het fascinerende bewustmakende

boek *Topsoil and Civilization* van Carter en Dales beschreven, waarvan ik denk dat dit door ieder nadenkend persoon zou moeten worden gelezen. Als we niet onze "verbeterde" landbouwmethodes veranderen, zullen we binnen 100 jaar waarschijnlijk hetzelfde lot ondergaan als in dit boek beschreven staat.

## **De rol van de aardwormen in de bodemvruchtbaarheid.**

Men probeerde de bodemvruchtbaarheid aan de hand van verschillende maatstaven te schatten. Howard beweerde herhaaldelijk dat de enigste juiste graadmeter van de bodemvruchtbaarheid het humusgehalte was. Anderen waren weer zo onder de indruk door de werkzaamheid van de aardwormen dat ze de hoeveelheid wormen per acre (4047 m<sup>2</sup> - oftewel ca. 0,4 hectare) tarwe namen, en noemden dit aantal de maatstaaf voor de bodemvruchtbaarheid. Deze twee maatstaven zijn echter nauw aan elkaar verwant.

Sommige soorten aardwormen eten als ze actief zijn dagelijks een hoeveelheid aarde die overeenkomt aan hun eigen lichaamsgewicht. Nadat deze nu door het verteringsmechanisme van de wormen passeert, is deze aarde chemisch veranderd. Mineralen, en vooral fosfor dat opgesloten zit als onoplosbaar calciumfosfaat en daarom niet beschikbaar voor de planten is, wordt opgelost in het verteringsapparaat van de worm, en wordt zo beschikbaar om alle groeiende planten te voeden. En de stikstof, die onbeschikbaar in organisch materiaal besloten ligt, wordt veranderd in oplosbaar stikstofnitraat. In feite zijn de wormuitscheidingsen vergeleken met de omringende aarde 5 x zo rijk aan stikstofnitraat; 2 x zo rijk aan oplosbaar calcium, bevatten ze  $2\frac{1}{2}$  x zo veel beschikbaar magnesium; en 7 x zo rijk in beschikbaar fosfor, en bieden ze de planten 11 x zo veel kalium. Aardwormen zijn evenzo in staat om sporenelementen beschikbaar te maken

Hoog vruchtbaarmakende uitwerpselen van de aardwormen kunnen een groot deel van de bodemmassa uitmaken. Als de bodem voldoende vochtig en koel is om de activiteiten van de aardwormen te stimuleren, kan er iedere dag een gemiddelde van ca. 350 kilo wormuitscheidingsen per acre (4047 m<sup>2</sup> oftewel ca. 0,4 hectare) geproduceerd worden. Door het verloop van een jaar heen, kan er in het vochtige Oosten van de V.S. ca. 40.000 kilo hoog vruchtbare uitwerpselen per acre geproduceerd worden. Stel je dat eens voor!

Dat is net zo veel als 50 ton lagere kwaliteit kunstmest per acre per jaar dat een gemakkelijker beschikbaar NPK, Ca, Mg, etc. heeft, dan dat de boeren gebruiken om granenogstten zoals tarwe, maïs of sojabonen te laten groeien.

Een vruchtbaarheidsniveau dat tarwe zal laten groeien is dan weliswaar niet voldoende voeding om groenten te laten groeien; maar aardwormen kunnen wel een grote bijdrage aan de tuin bieden.

Op de leeftijd van 28 jaar presenteerde Charles Darwin "*The Formation of Mould*" aan de Geological Society in Londen. Deze lezing illustreert het verbazingwekkende karnende effect van de aardwormen op de aarde. Darwin beschreef enkele stukken kalk die op het land

van een weiland bleven liggen. Enkele jaren later werden die enkele centimeters onder de bodemoppervlakte teruggevonden. Darwin zei dat dit het werk van de aardwormen was, wiens uitscheidingen "ieder object dat op het aardoppervlakte ligt vroeg of laat zouden bedekken". In een later boek zei Darwin:

"De ploeg is een van de oudste en waardevolste uitvinding van de mens, maar lang voordat die bestond, werd het land al regelmatig geploegd en wordt dit nog steeds zo geploegd door de aardwormen. Het is de vraag of er nog vele andere dieren zijn die zulk een belangrijke rol in de wereldgeschiedenis hebben gespeeld als deze langzaam kruipende aardwormen".

Aardwormen voorkomen ook dat het water van de grond afloopt. Ze verhogen de doorsijpeling van het water in bodems met een fijnere dichte structuur, door een complexe systeem van kanalen of tunnels door de bovenlaag van de grond te maken die met elkaar in verbinding staan. Uit een onderzoek bleek, dat een stuk aarde waar geen wormen in zaten een absorptiepercentage had van ca.  $\frac{1}{2}$  cm. regenval per minuut.

Vervolgens werden er aardwormen er aan toegevoegd, die men een maand lang in deze grond liet werken. Toen steeg de doorsijpeling van het water in de aarde tot 2,25 cm regenval per minuut.

Veel van hetgeen we weten over aardwormen komt door het werk van Dr. Henry Hopp die in de 1940er jaren voor het ministerie van landbouw van de VS werkte. Dr. Hopp's interessante boekje *What Every Gardener Should Know About Earthworms* wordt nog steeds gedrukt. In een onderzoeksproject werden 6 grote bloempotten gevuld met zeer slechte kleigrond. Aan het eerste paar potten werd niets er bij gedaan; in het tweede paar potten werd meststof en groeiende graszoden er in gedaan; in het derde paar potten werd mulch er over gedaan. Toen werden er aan elk paar potten wormen toegevoegd. Binnen korte tijd waren de wormen in de onverbeterde grond dood. Er was niets in die grond waar ze zich mee konden voeden. De graslaag alleen verhoogde de doorsijpeling van het vocht wel, maar daar waar de mulch de wormen voedde was de doorsijpeling van het water veel beter.

Soort toevoeging Doorsijpelingspercentage aan de kleigrond minuut	Doorsijpelingpercentage	
	in cm per minuut	in cm per
	zonder wormen	
<b>met wormen</b>		
Geen	0,0	0,0
Gras en meststof	0,5	2,0
Mulch	0,0	3,75

De meeste mensen die deze feiten eerlijk beschouwen, moeten concluderen dat de activiteiten van de aardwormen een grote overwegende rol in de bodemproductiviteit spelen. Alle wetenschappelijke onderzoeken hebben uitgewezen dat de kwaliteit en opbrengst van de weilanden direct in verband staat tot het aantal aardwormen daar in, dus lijkt het alleen maar redelijk om de omgang met de bodemtoestand te evalueren op het aantal aardwormen.

Het aantal aardwormen zal enorm in aantal variëren naar gelang het klimaat en de inheemse bodemvruchtbaarheid. Aardwormen hebben vocht nodig; en er zullen maar enkele aardwormen, worden aangetroffen in de woestijnen, als al. Hoog gemineraliseerde bodems die veel biomassa produceren zullen natuurlijk meer wormen hebben dan onvruchtbare gronden die geen humus bevatten. Dr. Hopp onderzocht wormpopulaties in velerlei landbouwgronden. De onderstaande tabel laat zien wat een tuinier kan verwachten te vinden in eigen tuin door vergelijking met de proeven uit rijkere en armere gronden. De gegevens geven ook een richtlijnen aan hoe wormpopulaties enorm kunnen toenemen door organisch materiaal daar aan toe te voegen. De wormen werden op hun populatiepiek in het seizoen geteld door zorgvuldig onderzoek van een stukje grond dat precies 28 cm lang en breed was, en 17,5 cm diep. Als je van plan bent om een telling in je eigen tuin uit te voeren, dan onthoudt dat het aantal aardwormen in de lente het hoogst zal zijn.

Aardwormen worden belemmerd in hun activiteiten door zure bodems of door bodems die gebrekkig aan calcium zijn. Er leven veel grotere aantallen wormen in bodems die boven een verweerde onderliggende kalksteen liggen. In een experiment was het aantal aardwormen per acre (ca. 0,4 hectare) en waarvan de grond zuur was 51.000 per acre, en 2 jaar later nadat er kalk en een niet verzurende chemische meststof er over was verspreid, zaten er 441.000 in.

Rodale en Howard bazuinden herhaaldelijk rond, dat chemische meststoffen de aardwormenpopulaties decimeerden. Opgezwiept als ik zie als een zelfrechtvaardigende kruistocht tegen de chemische landbouw, incalculeerden ze uit tactische redenen alle kunstmeststoffen van deze categorie er bij.

Lokatie	Wormen per vierkante voet	Wormen per acre
Marcellus, NY	38	1.600.000
Ithica, NY	4	190.000
Frederick, MD	50	2.200.000
Beltville, MD	8	350.000
Zanesville, OH	37	1.600.000
Coshocton, OH	5	220.000

- Vanwege de hoge mate van bacteriële decompostering worden er in tropische bodems maar enkele aardwormen aangetroffen tenzij daar voortdurend erg veel organisch materiaal aan wordt toegevoegd.

Howard beschimpde vooral ammoniumsulfaat en het geïsoleerde superfosfaat als de zware aardwormvergiftigen. Beide chemische meststoffen zijn gemaakt van zwavelzuur en hebben een sterk verzurende reactie als ze oplossen in de grond. Rodale legde correct uit dat de terrein onderhoudsknechten van de golfbaan herhaaldelijk ammoniumsulfaat gebruikten om aardwormen te verwijderen van de grasmat (vanwege de kleine beetjes wormenuitwerpselen die in het donker geproduceerd worden door de s'nachts actief zijnde wormen die zo het perfecte mooie oppervlakte van het groen aantasten, zodat deze wormen bij de onderhoudsknechten in een kwaad daglicht staan). Maar de ammoniumsulfaat vermindert of verwijdert de wormen niet als de bodem erg veel kalk of andere vormen van calcium bevat die de verzuring tegenwerken.

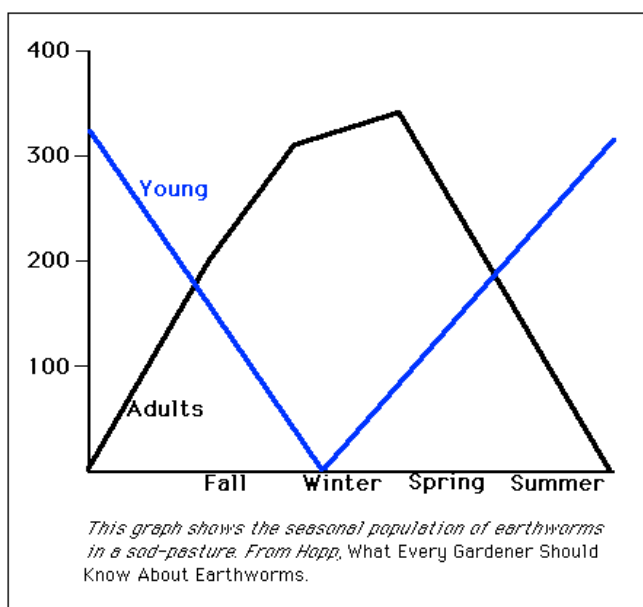
De waarheid is dat wormen rottend organisch materiaal eten en enigerlei toevoeging aan de bodem die de plantengroei bevordert zonder de grond te verzuren, zal het voedsel voor de aardwormen vermeerderen en dus ook de wormenpopulatie. Het gebruik van kalk als tegengif voor op zuur gebaseerde meststoffen, voorkomt dat de bodem onleefbaar wordt voor aardwormen. En vele chemische meststoffen lossen ook geen zure reacties uit. De organische beweging verliest deze ronde dan wel - maar niet de veldslag, en zekerlijk niet de hele oorlog.

In de eerste plaats wordt het aantal van de aardwormen bepaald door de voedselvoorziening. Om hun populatie te vergroten is het overwegend noodzakelijk om extra organisch materiaal in de grond toe te voegen, of plantenvoedingsmiddelen die veroorzaken dat er meer plantengroei komt. Een onderzoek waarbij gewoon de mest die resulteert uit het hooi dat van een weiland kwam weer terug op het land gedaan werd, wees uit dat het aardwormenaantal met 1/3 toenam. Het toevoegen van kalk en superfosfaat aan deze mest leverde nog eens een extra verbetering op van 33%. Bij iedere keer dat men compost aan de tuingrond toevoegt nemen de ondersteunende mogelijkheden van de aarde voor de aardwormen toe.

Sommige overdreven geestdriftige wormenkwekers verspreiden de opvatting dat het nuttig is om grote hoeveelheden aardwormen te kopen. Daar ben ik het niet mee eens. Deze personen die eerder aan zichzelf geïnteresseerd zijn willen vooral ook verkopen. Als de soort die ze aanbieden dan ook nog bestaat uit *Eisenia foetida*, de rode worm of mestworm van het soort dat gebruikt wordt in het vermicomposteren, dan is de toevoeging daar van aan de grond gewoon geldverspilling. Deze soort kan niet goed in gewone grond leven en kan zich alleen tot grote aantallen ontwikkelen in decomposterende mest en andere proteïnerijk organisch afval met een lage C/N-verhouding. Dan vermenigvuldigen zich alle wormsoorten overvloedig. Het is zo dat als er maar al *enkele* van de gewenste wormen in de grond aanwezig

zijn, dat het aantal er van al vlug zal overeenkomen aan het ter beschikking staande voedsel en bodemomstandigheden. De juiste manier om het wormenaantal te laten toenemen, is door het organisch materiaal te verhogen, de minerale vruchtbaarheid te verhogen, en de zuurgraad juist af te stellen.

Aardwormen en hun gezondheidsbevorderende activiteiten kunnen makkelijk overzien worden en in onze beschouwingen van een juiste tuiniersmethode vergeten worden. Maar door hun voortplantingscyclus te begrijpen kunnen de tuiniers het makkelijkst de vermenigvuldiging van de wormen ondersteunen. In gematigde klimaten komen de aardwormen in de herfst uit als de bodem zich afkoelt en het vochtgehalte hoog ligt. Zolang als de bodem niet al te koud is voeden ze zich actief en kunnen groeien. Tegen de tijd van begin van de lente zijn deze jonge wormen ook flink bezig met eieren te leggen. Met de warmte in de zomer warmt de bodem op en droogt die uit. Zelfs dan als de tuinier het land besproeit, worden de aardwormen van nature uit minder actief. Zo leggen nog steeds wel een paar eieren maar vele volwassen wormen gaan dood. In de hoge zomer zullen de enkele aardwormen die er gevonden worden nog maar klein en jong zijn. Er zijn veel niet uitgekomen eieren, maar die worden niet makkelijk opgemerkt als men er naar zoekt, dus kunnen tuiniers vergissingsgewijs denken dat ze maar enkele wormen in de grond hebben en kunnen zich zorgen er over maken hoe ze het aantal er van kunnen vergroten. In de herfst begint de voortplantingscyclus dan weer opnieuw.



**Vertaling onderschrift grafiek:** Deze grafiek laat de seizoensmatige populatie van aardwormen zien in een grond die met graszoden begroeid is. Uit: Hopp, "What Every Gardener Should Know About Earthworms."

De omgang met de aarde kan het aantal wormen er in veel veranderen, maar hoe het veld in de zomer wordt behandeld heeft maar weinig effect. De bewerkingen in de lente en zomer doden wel enkele wormen, maar beschadigen niet de eieren. Door het mulchen kan de bodem koeler gehouden worden en gunstiger voor de wormactiviteiten in de zomer, terwijl de oppervlaktelagen vochtiger gehouden worden. Het besproeien werkt net zo. Als men deze dingen zo doet, zal dit de tuinier een valselijk tevreden gevoel geven doordat hij tijdens het hoofdzakelijke tuiniersseizoen enkele wormen meer kan zien. Alhoewel vermoedt men dat de bodem tijdens de zomer zo vijandig en onleefbaar wordt (volgens de wormen), en is het geen probleem om grote aardwormaantallen in dat deel van het jaar te kunnen behouden. Jammer genoeg is de zomer die tijd van het jaar wanneer de tuiniers de meeste opmerkzaamheid aan de grond geven.

De wormen behouden hun jaarlijks populatieaantal door te overwinteren en dan eieren te leggen die dan laat in het groeiseizoen uitkomen. De meeste schade aan de vermenigvuldiging wordt toegebracht door blootstelling van de naakte grond in de winter. De wormenactiviteit zou bij koel weer op zijn piek moeten zijn. Maar ondanks dat wormen een hoop aarde door hun lichaam laten passeren als ze hun tunnels graven, is deze aarde toch niet hun voedsel. Aardwormen komen naar de grondoppervlakte met de bedoeling om zich te voeden. Ze eten de rottende vegetatie op die er op de bodemoppervlakte ligt. Zonder deze voedselvoorziening zouden ze doodgaan, zo zouden de wormen in Noordelijke winters beschermd worden tegen plotseling optredende vriestemperaturen, omdat ze zich net aan het "afharden" zijn en zich aanpassen om te overleven in de bijna bevroren grond. Onder de graszoden of waar ze beschermd worden door isolerende mulchlaag of een laag van organisch afval, verlaagt de temperatuur zich maar langzaam als de winter er aan komt. Maar in de eerste twee dagen van een koud winterweer, kan een naakte grond vastvriezen en een heel veld wormen doodmaken voor dat ze zich konden aanpassen.

Bijna iedere soort bodembedekking zal het overleven in de winter vergroten. Een laag compost, mest, stro, of een dichte laag roggegras, of een dunne laag grassnoeisel of onkruid kan dienen als voedselbron die de wormen nodig hebben. Dr. Hopp zegt dat de bewerkbaarheid van de bodem zeer veel verbeterd kan worden door de hulp van de wormen door één enkele winter heen.

Tuiniers kunnen de gewone aardwormen effectief ondersteunen zonder grote veranderingen te maken in de manier waarop ze met de bodem omgaan. Vanuit de zienswijze van de wormen bezien, is de beste manier om de herfstbladeren te recyclen misschien wel door deze *erg licht* in de tuingrond in te werken zodat ze dienen als isolatie en toch net ver genoeg in de grond gemengd worden dat de decompostering wordt verhoogd. Misschien kan een grondige tuinschoonmaak het beste uitgesteld worden en in de lente gedaan worden, waarbij men een behoorlijke hoeveelheid aan het vergaan zijnde vegetatie op de bodem laat liggen. (Natuurlijk zul je wel enigerlei compost en ziekelijk plantenmateriaal of soorten daar uit willen verwijderen die allerlei ziektes kunnen laten overwinteren). De beste tijd om compost aan te brengen in bewerkte grond kan ook tijdens de herfst zijn, en de meest beste manier is om die als een "dressing" op de bladerenmulchlaag te strooien, omdat de compost

ook de decompostering van de bladeren zal versnellen. Dit wordt "oppervlaktecompostering" genoemd, en zal nog kort besproken worden.

Bepaalde pesticiden die goedgekeurd zijn voor algemeen gebruik, kunnen de aardwormen zware schade toebrengen. Carbaryl (Sevin), een van de meest algemeen gebruikte chemische pesticiden voor huis en tuin, is zelfs in kleine hoeveelheden dodelijk voor de aardwormen. Een ander middel, Malathion, is matig giftig voor wormen. Het middel Diazinon heeft zich tot nu toe nog niet uitgewezen dat het schadelijk voor aardwormen is, indien het in normale hoeveelheden gebruikt wordt.

Gewoon omdat een pesticide van een natuurlijke afkomst heeft, en goedgekeurd wordt voor oogsten die "biologisch gekweekt" worden, is dit nog geen garantie er voor dat het niet giftig is voor zoogdieren of zelfs hoog giftig voor aardwormen. Zo is bijvoorbeeld Rotenone, een insecticide dat verkregen wordt uit een tropische wortel met de naam "derris", net zo giftig voor mensen als organo-fosfatische chemische pesticiden. Zelfs in erg verdunde hoeveelheden is Rotenone zeer giftig voor vissen en ander zeeleven. Men moet zeer goed opletten dat het niet in waterwegen terecht komt. In de tropen vangen de mensen traditioneel veel vis door een handvol verpulverde derris (wortel die Rotenone bevat) in het water te mengen, dan 5 minuten te wachten en dan de dode en dood gaande vissen tongsgewijs er uit te scheppen. Rotenone is ook dodelijk voor aardwormen. Alhoewel Rotenone maar zelden wormen doodt omdat het snel biologisch afbreekbaar is. Op planten besproeid om kevers en andere dieren die de planten aanvallen onder controle te houden, duurt het krachtige effect er van maar een dag lang voordat de zon en vocht het afbreekt tot schadeloze stoffen. Toen ik ooit eens in een namiddag een opgekweekt groentebed met door kevers aangevallen struikbonen met Rotenone besproeide, waren de kevers vlug dood. Onverwacht regende het die avond erg hard en het nog steeds actieve Rotenone werd van de bladeren afgespoeld tot diep in de grond. De volgende morgen lag het oppervlakte van dat groentebed flink vol met dode aardwormen. Zo heb ik geleerd om zeer zorgvuldig met Rotenone om te gaan.

### **Microben en de bodemvruchtbaarheid.**

Er zijn nog andere holistische maatstaven om de bodemproductie te meten. Met meer dan adequate rechtvaardiging, beoordeelde de grote Russische bodemmicrobioloog N. S. Krasilnikov de vruchtbaarheid van de bodem door het tellen van het aantal microben die er in zaten. Hij zei:

".....de bodemvruchtbaarheid wordt bepaald door biologische factoren, en hoofdzakelijk door micro-organismen. De ontwikkeling van het leven in de bodem bezielt die met de eigenschap van vruchtbaarheid. Het begrip "[levende]grond" is onafscheidelijk verbonden met de ontwikkeling van de levende organismen er in. Dit wordt geschapen door de micro-organismen. Als dit leven dood gaat of stopt, zal deze voormalige grond nu van geologische aard zijn [en niet meer van biologische aard]."



Louise Howard, Howard's tweede vrouw maakte een erg overeenkomstige beoordeling in haar boek, *Sir Albert Howard in India*:

"Een vruchtbare bodem is een bodem die vol zit met gezond leven in de vorm van een overvloedig aanwezige microflora en microfauna die gezonde planten voortbrengen, en die als ze door dieren en mensen gegeten worden, de gezondheid daar van op hun zal overbrengen. Maar een onvruchtbare bodem, namelijk een bodem waar in het aan voldoende microben, schimmels en ander leven ontbreekt, zal deze gebrekstoestand ook aan de planten overbrengen, en die planten zullen het weer op de dieren en mensen overbrengen".

Alhoewel deze twee citaten overwegend gelijkkluidend zijn, had Krasilnikov een ruimer begrip daar van. De vroege schrijvers van de biologisch beweging richtten zich op het micorrizuele verband tussen de bodemschimmels en de plantenwortels als *het* verbogen geheim van de plantengezondheid. Krasilnikov, wiens latere geschriften groot voordeel trokken van omvangrijk onderzoek in de Sovjet Unie, ontkende de betekenis van de micorrizuele verband niet, maar behandelde het verband tussen de planten en de bacteriële wereld. Beide zienswijzen bevatten veel waarheid.

Krasilnikov is misschien wel de grootste bodemmicrobioloog van dit tijdperk geweest, en de Russen schijnen ons in dit opzicht in het algemeen verder vooruit te zijn. Het is het waard om zich af te vragen waarom dit zo is. De Amerikaanse landbouwwetenschap wordt gemotiveerd door de landbouwbusiness, dit zowel direct door subsidie als indirect door de overheid, omdat onze overheid sterk beïnvloed wordt door grote economische interesses. Het Amerikaanse landbouwonderzoek bestaat ook in een relatief vrije markt waar op dit moment in de geschiedenis zeer veel betrouwbaar vervaardigd materiaal verkrijgbaar is. De Westerse landbouwwetenschap heeft dus de neiging om oplossingen te zoeken door vervaardigde input daarbij te betrekken. Hoe goed of slecht is tenslotte een probleem als je het kunt oplossen door producten te verkopen om winst er uit te halen.

Maar enigerlei landbouwonderzoeker uit de Sovjet-Unie die problemen oploste met fabrieksproducten, zou hun boeren hebben verdoemd om te falen, omdat het economische systeem in de U.S.S. R. incapabel was om zulke materialen met regelmaat te voorzien. Zo richtte de landbouwhuishouding van de Sovjet, zich meer op een holistische low-tech benadering, zoals het manipuleren van de micro-ecologie van de bodem. De Amerikanen verhogen bijvoorbeeld op wetenschappelijke wijze de stikstof in de grond, door middel van het verspreiden van industriële chemicaliën, terwijl daarentegen de Russen low-technische manieren uitvonden om bacteriële soepen te brouwen, en die een veld inoculeerden met een beetje efficiënter werkende stikstofvervaardigende micro-organismes.

De microbiologie van de bodem is ook een vrij goedkope tak van onderzoek die mentaal intellect beloont boven grote investeringen. De multimiljoenen dollars kostende laboratoria met hightech apparatuur leverden geen grote antwoorden op toen de studie nog nieuw was. Misschien zullen er in dit technisch tijdperk genetici komen die hoog technische manieren vinden om verbeterde micro-organismes te kweken, en zullen we de Russen daar in overtreffen.

De aantallen micro-organismes in de bodem liggen ongelooflijk hoog. In een productieve bodem kunnen ze biljoenen per gram zijn (1 gram losse grond kan  $\frac{1}{2}$  theelepel vullen). Krasilnikov vond grote verschillen in bacteriën aantallen. De lichtgekleurde grond, de niet-productieve gronden van het Noorden, waarop schrale conifeerbomen of schrale oogsten groeien, bevatten maar weinig micro-organismes. De rijke zwarte graan producerende gronden van de Oekraïne, (net zoals onze maïsgebieden in het Midden-Westen), bevatten hoge microbiële aantallen.

Men moet intelligent zijn om micro-organismes en schimmels van de grond te bestuderen. Hun levensprocessen en ecologische tussenwerkingen, kunnen niet makkelijk direct met een microscoop in de grond worden geobserveerd. Gewoonlijk bestuderen wetenschappers micro-organismes door een kunstmatig medium te vinden waarop ze goed groeien en observeren ze de activiteiten van een grote kolonie of pure cultuur - - dit is een erg beperkende kijk daar op. Er zijn waarschijnlijk meer soorten micro-organismes dan alle andere levende wezens bij elkaar. Toch kunnen we ze vaak niet van elkaar onderscheiden aan de hand van hoe ze uitzien. We kunnen bacteriën in het algemeen classificeren door hun vorm - - rondvormige, staafvormige, spiraalvormige - - en we maken onderscheid er tussen naar gelang door welke antibiotica ze gedood worden, en op welke soort kunstmatig materiaal ze de voorkeur geven te groeien. Pathogenen worden herkend aan de hand van hun prooi. De meeste microbiële activiteiten zijn nog altijd een groot mysterie voor ons.

De grote bijdrage van Krasilnikov aan de wetenschap was de ontdekking hoe de micro-organismes in de bodem de groei van de hogere planten ondersteunden. Bacteriën zijn erg kieskeurig over de voedingsbodem waar ze op zullen groeien. In het laboratorium groeit de ene soort op proteïne-gel en het ander op zeewier. De ene soort leeft goed op bietenpulp, terwijl de andere alleen op een bepaald granenextract kan leven. De planten "begrijpen" dit en manipuleren de omgeving van de grond waar ze staan om de voorplanting van bepaalde voor hun gewenste bacteriën te vergroten, terwijl ze anderen onderdrukken. Dit wordt volbracht door uitzettingen aan de wortels.

Voor iedere 100 gram aan bovengrondse biomassa, zal de plant ca. 25 gram worteluitzettingen uitscheiden, en schept kort bij de wortel chemisch gezien een geheel verschillende zone (rhizosfeer) die veel lijkt op het functioneren van het cultuurmedium in een laboratorium. Bepaalde bacteriën vinden dit gebied hoogst gunstig en vermenigvuldigen zich overvloedig, terwijl anderen worden onderdrukt. Als men de bacteriën vlak naast de wortels zou tellen dan ziet men dat dit van de honderd miljoenen tot zelfs biljoenen per gram grond kan oplopen. Op ongeveer een centimeter van de uitzettingen afstand van de wortels daalt het aantal enorm.

Waarom besteden planten energie er aan om bacteriën te kweken? Omdat er een uitwisseling plaatsvindt, een *quid pro quo*. Deze zelfde bacteriën ondersteunen de plantengewassen op vele manieren. Bepaalde soorten microben zijn roofdieren. In plaats van dode organische materialen te eten, vallen ze levende planten aan. Alhoewel andere soorten,

vooral actinomyceten (Eng. benaming), geven antibiotica af die pathogenen onderdrukken. De vermenigvuldiging van actinomyceten kan vergroot worden door worteluitzwelingen.

Misschien is wel het meest praktische voordeel dat de planten van de bodembacteriën kunnen krijgen, datgene wat Krasilnikov "Phytaminen" noemde, een woordspeling op *Phyta* (plant) + *vitamines* in het Grieks. Hulpvolle bacteriën scheiden complexe wateroplosbare organische moleculen af die de planten door hun wortels opnemen en veelal op een zelfde manier gebruiken zoals mensen vitamines. Als planten verstoken van phytaminen blijven, zijn ze minder dan optimaal gezond, hebben een verlaagde weerstand tegen ziekte, en kunnen niet zo groot uitgroeien omdat sommige phytaminen als groeihormonen werken.

**Onthoud dat gezondheidsbevorderende micro-organismen die om de plantenwortels heen zitten, niet primair worteluitzwelingen consumeren. De uitzwelingen optimaliseren overwegend de omgevingsomstandigheden om het aantal van bepaalde soorten te stimuleren. Het hoofdzakelijke voedsel van deze bodemorganismen bestaat uit rottende organisch materiaal en humus. Gebreken in organisch materiaal of als de pH van de grond buiten een comfortabel bereik van 5,75 - 7,5 ligt, belemmert de gezondheidsbevorderende micro-organismen behoorlijk.**

Reeds lang bespotten de "chemische" wetenschap het denkbeeld dat plantenwortels anorganische moleculen kunnen absorberen die iets groter zijn dan eenvoudige anorganische moleculen in een wateroplossing. Deze niet ondersteunbare zienswijze is niet langer correct, zelfs niet onder aanhangers van chemisch gebruik, maar als je ooit een "expert" zult tegenkomen die nog steeds met deze oude argumenten wil intimideren, dan vraag hem dat als het waar is als plantenwortels geen grotere organische moleculen kunnen assimileren, waarom de mensen er mee verder gaan om systematisch chemische pesticiden te gebruiken? Deze bestaan uit grote complexe giftige organische moleculen die de planten door hun wortels opnemen, zodat het bovengrondse plantenmateriaal toxisch voor de aanvallende organismen wordt. Ornamentele planten zoals rozen worden vaak beschermd door dit soort pesticiden, die in de kunstmeststoffen worden gemengd, en aan de grond worden gevoerd.

De worteluitzwelingen hebben nog vele functies meer dan alleen maar het affecteren van micro-organismen. Eén daarvan is of het onderdrukken of het stimuleren van de groei van de omringende planten. Tuiniers zien deze als compagnons en antagonisten van de planten. De uitzwelingen van de walnotenboomwortels zijn sterk antagonistisch voor vele andere soorten, en de leden van de uienfamilie verhinderen dat bonen goed kunnen groeien als hun wortelsystemen zich mengen.

Er zijn vele vruchtwisselingsystemen van de oogstgewassen vanwege de effecten op worteluitzwelingen waarvan blijkt dat dit één of twee jaar lang door gaat nadat de oorspronkelijke plant daar groeide. Daarom groeien uien erg goed op een plaats waar het jaar er voor aardappels stonden. En waarom houden de boeren een 3-jaarvruchtwisselingsschema voor hooi, aardappelen en uien er op na? Dat komt ook omdat uien niet zo goed groeien als ze worden geplant na kool en pompoenachtigen. Boeren hebben het veel makkelijker als ze de

oogstopvolgingen regelen. Ze kunnen 20 hectare van een gewas laten groeien dat wordt opgevolgd door 20 hectare van een andere oogst. Maar een hoeveelheid pompoenen of courgettes van 50 vierkante meter kan de keuken overbelasten terwijl een hoeveelheid wortels (penen) van diezelfde 50 vierkante meter van het volgende jaar niet voldoende kan zijn. Tenzij je er gedetailleerde optekeningen er op na houdt, is het moeilijk om precies te onthouden waar alles tot 2 jaar geleden in de groentetuin groeide, om deze gegevens rechtstreeks in verband te kunnen brengen met de resultaten van dit jaar.

Als ik zie dat de helft van een gewas op een kweekbed goed groeit, en de daarnaast staande helft niet goed, dan neem ik aan dat het probleem veroorzaakt werd door de worteluitzwetingsresten van egaal wat daar van te voren in het vorig jaar groeide, of zelfs ook twee jaar geleden.

In 1990, groeide de helft van oogst "F" goed, en de andere helft groeide maar slecht. Dit kwam door de aanwezigheid aldaar van oogst "D" in 1989. De tuinier kan zich herinneren dat "D" in het overige jaar daar stond, maar in 1991, groeide de helft van oogst "G" goed, en de andere helft slecht. Dit kwam ook vanwege de aanwezigheid van oogst "D" van 2 jaar geleden. Er zijn maar weinigen die dit verband kunnen zien.

1990			
Bean	Onion	Broccoli	Tomato

1991			
Corn	Bean	Broccoli	Tomato
	Grew Well	Grew Poorly	

1992			
Tomato	Bean	Broccoli	
	Grew Poorly	Grew Well	

*In 1991 beans grew poorly where they followed onions.  
Beans still grew poorly following onions two yeawrs later.  
Will the gardener remember where onions grew in 1990?*

#### Onderschrift tekening:

*In 1991 groeiden de bonen maar erg slecht, waar ze daar opvolgend van de uien werden geplant. Bonen groeien nog steeds slecht als ze de uien 2 jaar later opvolgen. Kan de tuinier zich nu nog herinneren waar de uien in 1990 stonden ?*

Deze effecten waren een reden er voor dat Sir Albert Howard dacht, dat het erg dom was om een groentetuin te veel jaren lang op één en dezelfde plaats te laten groeien. Hij raadde het aan om na verschillende jaren lang kweken van groenten daar 5 jaar lang genezend gras te laten groeien, om de verschillende effecten van de worteluitzwetingen te verwijderen

De mycorrizuele relaties (zwammen- of schimmelverbintenissen) zijn een andere gezondheidsbevorderende relatie die zou moeten bestaan tussen de bodemorganismen en vele hogere planten. In dit symbiotische verband komen er schimmels bij de plantenwortels. Schimmels kunnen pathogeen zijn en levende planten eten. Alhoewel zijn de meeste daarvan onschadelijk en eten ze alleen maar dood rottend organische materiaal. De meeste schimmels leven het liefst in de grond, alhoewel sommige graag omgevallen bomen overstelpen, of zelfs ook recht staande bomen.

De meeste mensen realiseren zich niet, dat de plantenwortels alleen water en wateroplosbare voedingsstoffen opnemen via de zeer kleine wortelhaartjes en actief groeiende topjes vlak bij het uiteinde van de wortels. De mogelijkheid voor enigerlei nieuwe wortel om voedingsstoffen op te nemen duurt maar korte tijd, dan worden de haren er van afgeworpen en de wortel ontwikkelt een soort van harde bast of buitenkant. Als het wortelsysteem vertraagt met groeien of geheel stopt, dan wordt de mogelijkheid van de plant om voedingsstoffen te verkrijgen erg verminderd. Wortels kunnen geen zuurstof maken uit koolzuur zoals de bladeren. Dat is waarom het zo belangrijk is om een goede luchtvoorziening in de grond te hebben zodat die voldoende los blijft om een vlugge uitbreiding van de wortelnet te veroorloven.

Als de wortels beklemd zitten, dan verlangzaamt dit de groei van de bovenkant van de plant of laat die geheel stoppen. De weerstand tegen ziekte en gezondheid vermindert, en de planten kunnen ziekelijk worden en onder stress staan ondanks de aanwezigheid van voedingsstoffen en water. Andere planten die niet lijken te wedijveren naar het licht boven de grond, kunnen de bodem onder de grond over een groter gebied vertakken dan dat men zich zou kan voorstellen. Als eens de bodem verzadigd is met de wortels en de worteluitzettingen van een plant, kan deze zelfde plaats afgesloten worden voor de wortels van een andere plant. Tuiniers die kort naast elkaar aanplanten en intensief bedden opkweken, stoten zich vaak onwetend het hoofd aan deze begrenzendende factor en zijn dan teleurgesteld over de kleine afmetingen van hun groenten ondanks de zware bemesting, en dit ten spijte van het losmaken van de aarde tot 55 cm diep - - twee spades diep - - en ondanks regelmatige bewatering. Alhoewel zou men op deze manier duidelijk kunnen zien dat waarom het twee spades diep omgraven de groei van dicht zittende kweekbedden verbetert door de diepte te vergroten waarin de planten wortels kunnen laten groeien.

De plantenwortels kennen geen manier om steendeeltjes of organisch materiaal op een agressieve manier af te breken, en ook geen manier om de ene voedingsstof van de andere te scheiden. Terwijl ze het water vervangen dat uit hun bladeren verdampt nemen ze alles op dat opgelost is, niet meer en niet minder. Daarentegen zijn de schimmels in de bodem wel in staat om organisch materiaal en zelfs ook minerale steendeeltjes agressief te behandelen en de voedingsstoffen er uit te halen die ze willen. Schimmels leven in de grond als lange complexe met elkaar verbonden haren of draden die gewoonlijk maar één cel dik zijn. Deze haren worden "hyphae" genoemd. Er circuleert voedsel door deze hyphae, ongeveer net zoals het bloed in het menselijk lichaam. Sommige schimmels kunnen enorm groot uitgroeien; er zijn zwammencirkels die honderd meter en meer in doorsnede zijn, en die eigenlijk alleen

maar bestaan uit één oud organisme. De zwammen of schimmels waar aan we denken als we aan schimmels denken, zijn in feite niet het organisme zelf, maar de tijdelijke vruchten van een groot ondergronds netwerk.

Bepaalde soorten schimmels zijn in staat om een symbiose met bepaalde plantensoorten aan te gaan. Ze zetten een hyphae in de ruimte tussen de individuele plantencellen van een wortelhaar in, of net achter de groeiende worteltop. Vervolgens "drinkt" de hyphae van het vasculaire systeem van de plant en berooft het van een beetje van zijn levensbloed. Alhoewel is dit geen schadelijke beroving, omdat als de wortels groeien, zich een bast rond de hyphae vormt. Deze bast knijpt de hyphae er van af en deze vergaat dan binnen in de plant en biedt een bijdrage van de voedingsstoffen die de plant anders niet zou kunnen krijgen. De afbraakproducten van hyphae kunnen in de vorm van complexe organische moleculen voorkomen, die functioneren als phytamines voor de plant.

Niet alle planten zijn in staat om zulk een verbintenis met schimmels aan te gaan. Zo doen bijvoorbeeld de leden van de koolfamilie dit niet. Alhoewel is het zo, dat als de soorten voordeel kunnen trekken uit zulk een verbintenis maar er geen hebben, dan zal ondanks de bemesting of vruchtbaarmaking de plant niet zo gezond zijn als dat die zou kunnen zijn, en ook niet zo goed kunnen groeien. Dit fenomeen wordt gewoonlijk gezien in de verzorging van conifeerbomen waar de zaaibedden voor de nieuwe zaailingen eerst geheel gesteriliseerd worden met zware chemicaliën en dan pas de boomzaden gezaaid worden. Alhoewel door een door vruchtbaar gemaakt, groeien de kleine boompjes dan een jaar lang maar erg langzaam. Vervolgens, als de sporen van de schimmels op het kweekbed beginnen te vallen en hun hyphae zich vestigen, beginnen enkele bomen de noodzakelijke symbiose te ontwikkelen en neemt hun groei af. Op een bed van twee jaar oude zaailingen staan vele bomen met kop een schouders boven de andere uit. Dit komt niet als gevolg van superieure genetische eigenschappen, of door ongeregelde bodemvruchtbaarheid. Dit zijn individuele bomen met een verbintenis met schimmels.

Net zoals andere micro-organismen eten de micorrizuele schimmels echter niet primair de vasculaire vloeistof van de plant als voedsel, maar bestaat hun voedsel uit rottend materiaal. Hier ligt een andere reden om te betogen dat de bodemproductie gemeten kan worden aan de hand van het humusgehalte.

## Hoofdstuk 8

### De omgang met het humusgehalte van de bodem.

Organisch materiaal is niet van voordeel voor de bodemproductiviteit vanwege de simpele aanwezigheid daar in, maar vanwege het feit dat alle vormen organisch materiaal in de grond, inclusief de meest stabiele vorm - - de humus - - aan het verdwijnen zijn.

De mycorrizuele schimmels en gezonde bacteriën rond de plantenwortels kunnen alleen leven door het eten van het organisch materiaal in de grond. De slijmen en lijmen die de bodemdeeltjes tot een relatief stabiel materiaal bijeen cementeren, worden door deze micro-organismen aangemaakt als ze het organische materiaal in de bodem eten. Deze aardkruiden - - die uitscheidingen zijn - - vormen zich alleen door het eten van organisch materiaal. Als het humusgehalte terugloopt, dan loopt de hele bodemecologie terug, en daarmee tegelijkertijd ook de bewerkbaarheid van de bodem en de gezondheid en productiviteit van de planten.

Als je verstandig met de tuingrond wilt omgaan, dan onthoud dat het percentage humusverlies veel belangrijker is dan de hoeveelheid humus dat er in aanwezig is. Maar de humus verdwijnt ook zonder onze eigen activiteiten, namelijk door de natuurlijke processen, dus is het de opgave van de tuinier om organisch materiaal er aan toe te voegen, en dus heerst er een erg begrijpelijke tendens om zich eerder op deze toevoeging te fixeren, en niet op de onttrekking er van.

Maar kunnen we er ook te veel aan toevoegen ? En als dit zo zou zijn, wat gebeurt er dan ?

### **Hoeveel humus zou de bodem moeten hebben ?**

Als je de verschillende bodems in de Verenigde Staten zou onderzoeken, dan zou je grote verschillen in het percentage aan organisch materiaal kunnen vaststellen.

Sommige variaties in het oogstland treden op als gevolg van grote verliezen die veroorzaakt werden door een verkeerde behandeling van de bodem. Maar zelfs ook als je het percentage van de nog nooit bewerkte gronden zou meten, dan zou je daar ook nog veel verschil in kunnen vaststellen. Hans Jenny, die in de 1940er jaren als bodemwetenschapper aan de Universiteit van Missouri werkte, stelde verschillen in het humusgehalte in de bodem vast, en legde in zijn zeer mooi en makkelijk leesbare boek *Factors In Soil Formation* uit hoe en waarom dit zo kwam.

Tegenwoordig verbergen de academische landbouwwetenschappers de fundamentele eenvoud van hun kennis door hun gegevens onnodig in exotische bewoordingen en moeilijke berekeningen te formuleren. In Jenny's tijd werd het niet als verkeerd beschouwd als een intelligente leek de geschriften van een wetenschapper of scholier kon lezen en begrijpen. Iedere willekeurige tuinier die de grote verschillen in de bodem wilt begrijpen, zou zijn boek *Factors in Soil Formation* moeten lezen. Jenny zei over het organische materiaalgehalte in nog vrij in de natuur voorkomende onbewerkte bodems het volgende:

"In gebieden met gelijke vochtomstandigheden nam van Noord naar Zuid het gehalte aan organische materiaal in de grond af.....voor iedere daling van 10 graden C. (18 graden F.)

van het Noorden naar het Zuiden neemt het gemiddelde gehalte aan organisch materiaal van de bodem 2 tot 3 maal toe, op voorwaarde dat [de bodemvochtigheid] constant bleef.

De meeste bodems ondersteunen en stimuleren de plantengroei in het groeiseizoen, en zo de productie van organisch materiaal. Daar waar de bodems tijdens het groeiseizoen droog worden, vertraagt de plantengroei of stopt die zelfs geheel. Dus bevatten vochtige bodems meer organisch materiaal dan droge. Alle organische materiaal rot uiteindelijk wel, zelfs in een bodem die te droog is voor plantengroei. Hoe hoger de temperatuur, hoe sneller de decompostering. Maar koude (niet bevroren) bodems, kunnen nog steeds een hoop biomassa vormen. Dus bevatten warme bodems minder humus dan koude. Koele vochtige bodems zullen de hoogste percentages bevatten en warme bodems zullen het laagst in humusgehalte liggen.

Dit kunnen we in de praktijk zien. Als we het percentage aan organisch materiaal op plaatsen in de bodem bij de rivier de Mississippi meten, waarlangs de vochtigheidsomstandigheden van de bodem van Noord tot Zuid vrijwel hetzelfde zijn, kunnen we in het zwoele Arkansas 2 procent vinden, in Missouri 3%, en meer dan 4 % in Wisconsin waar de bodemtemperaturen veel lager liggen. In Arizona bevat de bodem van onbewaterde woestijngrond praktisch geen organisch materiaal. In midden en zuid Californië, waar de karige occasionele winterregens rond maart ophouden, is het moeilijk om een onbewaterde bodem te vinden die 1% organisch materiaal bevat, terwijl in het koele maritieme Noordwesten de regelmatige winterregens de bodem tot in Juni vochtig-nat houden, en de vruchtbaardere landbouwlanden of de prairies kunnen 5% organisch materiaal ontwikkelen.

Andere factoren zoals het fundamentele mineraalgehalte van de grond of de structuur, beïnvloeden ook de hoeveelheid organisch materiaal die zich er op een bepaalde plaats zal ontwikkelen en zullen het humusgehalte vergeleken met andere in de buurt gelegen plaatsen die in hetzelfde klimaat liggen iets verminderen of vermeerderen. Maar de meest krachtig regulerende invloeden zijn vocht en temperatuur.

Op alle natuurlijke nog onbewerkte bodems, behoudt het organische materiaalgehalte zich van nature uit zelf op het hoogst mogelijke nivo; de gemiddelde jaarlijkse terugkerende toevoegingen daar aan komen precies overeen met de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid aan decompostering.

Denk daar eens even over na. Stel je eens voor dat we als uitgangspunt een stuk grond hebben dat bestaat uit fijn gemalen steendeeltjes dat geen enkel leven of organisch materiaal bevat. Als dit steenmeel nu bezet wordt met levensvormen die langzaam in aantal toenemen, dan wordt het grond. Het organische materiaal dat daar gevormd wordt verhoogt de beschikbaarheid van de voedingsstoffen en versnelt de afbraak van de steendeeltjes, en verhoogt verder de vorming van organisch materiaal. Het humusgehalte in de grond neemt gestaag toe. Uiteindelijk wordt er een piek bereikt waarbij er zo veel humus in de grond zit als dat die kan bevatten.

Deze piek van hoogste planten- of bodemecologie die natuurlijk kan voorkomen op iedere willekeurige plaats is gewoonlijk erg gezond en onvermijdelijk net zo weelderig

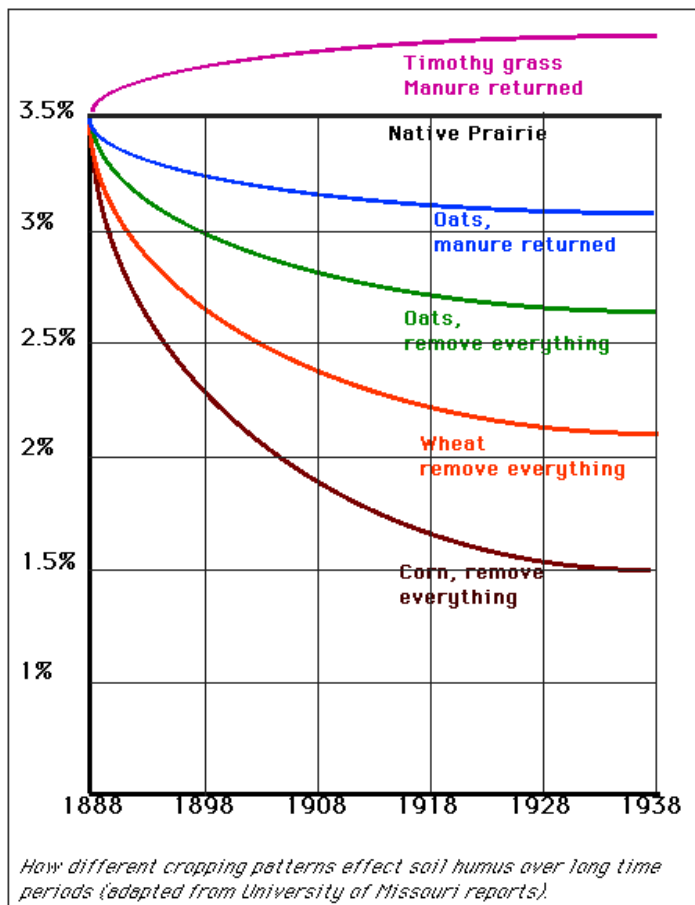


groeïend als dat er vocht- en bodemmaterialen in aanwezig zijn die dit toelaten. Dit geeft voor mij aan hoeveel organisch materiaal er nodig is om een geweldig goede groentetuin te laten groeien. Mijn theorie is, dat groenten in termen van organisch materiaal in de bodem vrij goed zullen groeien op het humus niveau dat op natuurlijke wijze als piek zou voorkomen op een maagdelijk onbewerkte grond. In half droge gebieden zou ik deze theorie wat bijstellen om een toename in percentage als resultaat van noodzakelijke bewatering te includeren. Als ruwe regel uitgedrukt, zal een percentage van 2% organisch materiaal in warme klimaten, en tot 5 % in koele klimaten voldoende zijn om de biologische bodemactiviteiten te ondersteunen om gezonde groenten te laten groeien, *als het minerale voedingsgehalte ook voldoende hoog ligt.*

Herinner je nog aan het begin van het hoofdstuk mijn eerdere stelling dat het belangrijkste van organisch materiaal niet de aanwezige hoeveelheid er van is, maar hoeveel dat er jaarlijks via decompostering verloren gaat. Omdat alleen via de decompostering van het organische materiaal de voedingsstoffen voor de planten vrijkomen, zo dat de planten die kunnen opnemen. Alleen door opgegeten te worden ondersteunt de humus de micro-ecologie die zo opmerkelijk phytamines aan de plantenvoeding bijdraagt, worden de steendeeltjes agressief afgebroken en kunnen de plantenvoedingsstoffen die ze bevatten er uit vrij komen. Alleen door geconsumeerd te worden ondersteunt het organische materiaal van de grond de bacteriën en de aardwormen die de productiviteit verbeteren en die ook een betere bewerkzaamheid van de bodem scheppen.

Hier is iets dat ik erg interessant vind. Gematigde klimaten hebben regentijden en winters die erg verschillen in gemiddelde temperatuur. Als we het jaarlijkse decomposteringsverlies in een warme bodem die 2 % humus bevat, naast het jaarlijkse decomposteringsverlies zetten van een koelere bodem die 5% bevat, zal in het groeiseizoen grofweg gezien dezelfde hoeveelheid organische materiaal uit iedere grond teruglopen. *Dit betekent dat we in gematigde gebieden ongeveer dezelfde hoeveelheid organisch materiaal moeten vervangen, egaal waar de locatie daar van ligt.*

Net als andere wezenlijk uitgevoerde onderzoeken van de landbouw, voerde de Universiteit van Missouri ook enkele waardevolle studies over lange tijd uit over de omgang met de bodem. In 1888 werd een nog nooit door mensen bewerkt veld met daar op het oorspronkelijk groeiend prairiegras omgedoopt in stukken proefbodem. 50 jaar lang werd elk stuk bodem daar van op een andere, maar in altijd op dezelfde manier bewerkt. De experimenten die ik het beste vind zijn de optekeningen van wat er gebeurt met het organische materiaal in de bodem als resultaat van de bewerkingen. De onbewerkte prairiegrond behield een organisch materiaalgehalte van ongeveer 3,5 %. De lijnen in de grafiek laten zien wat er door de tijd heen met dit organische materiaal gebeurde.



**Vertaling tekst:** Hoe de verschillende omgangsmanieren met de oogst over langere tijd een verschillend effect hebben op het humusgehalte in de bodem (overgenomen uit de rapporten van de universiteit van Missouri).

*Vertaling van de tekst bij de lijnen:*

**Timothee-gras:** Mest weer terug op het land.

**Native prairie:** Oorspronkelijke prairiegrond.

**Oats:** Haver: Mest weer terug op het land.

**Oats:** Haver. Alles verwijderd

**Corn:** Maïs. Alles verwijderd

Timotheegras is waarschijnlijk de beetje beter werkende omzetter van zonne-energie naar organisch materiaal, dan dat het oorspronkelijke prairiegras dit doet. Na 50 jaar lang het hooimaaisel van het veld aan het vee te voeren en de mest van hun weer op het veld teruggebracht te hebben, nam het organische materiaal in de bodem met ca. 0,5 % toe. Duidelijk heeft de groene bemesting maar een erg beperkte mogelijkheid om het humusgehalte in de bodem boven een piek uit te helpen. Bij het laten groeien van haver en alles weer op het veld terug te brengen in de vorm van mest die gevormd werd uit het stro en graan dat aan het vee gevoerd werd, behield de grond van het veld zijn organisch materiaal constant.

Het 50 jaar lang laten groeien van klein graan en alles van het land te verwijderen behalve de stoppels, verminderde het grootste deel van het organische materiaal. Onthoudt dat de helft van de biomassa-productie in het veld onder de bodemoppervlakte gebeurt in de vorm van wortels. En onthoudt ook dat de grafieken niet de droevige aanblik laten zien die de oogsten waarschijnlijk hadden toen het organische materiaal beduidend afnam. Ze laten ook niet zien dat het zaad dat op deze gedegenereerde velden groeide waarschijnlijk niet langer goed genoeg zou kunnen kiemen om als zaaigoed voor de daar na komende graanoogsten te kunnen worden gebruikt, dus zou er elk seizoen van buitenaf nieuw zaad in het systeem moeten worden genomen, om zo tevens een nieuwe voorziening van plantenvoedingsstoffen mee te brengen. Zonder het importeren van deze 30-40 kilo tarwezaad op elke acre elk jaar, zouden de curven in de grafiek steiler zijn geweest, en zelfs ook lager zijn uit gekomen.

Maïs heeft de zwaarste effecten van alle granen met betrekking tot zijn uitwerking op het humusniveau in de bodem. De reden daar voor is dat tarwe in de herfst kort naast elkaar gezaaid wordt en zo een dikke overwinterende stand wordt die biomassa uit de meeste zonne-energie vormt die van af de lente tot de vroege zomer op het veld valt. De bladerachtige haver vormt een beetje meer biomassa dan tarwe. Daarentegen is maïs teergevoelig voor vorst en kan niet vroeg geplant worden. Het wordt ook niet kort bij elkaar geplant, maar in wijd uit elkaar liggende rijen gezaaid. Bij maïs duurt het een tijdje tot het een bladerendak vormt dat alle beschikbare zonne-energie gebruikt. In de boerentaal is de maïs een rijenoogstgewas.

Groenten zijn ook rijenoogstgewassen; vele soorten vormen geen dicht bladerendak die zoals een onbewerkte prairiegrond alle zonne-energie van het gehele groeiseizoen opnemen. Net zoals bij de maïs wordt de grond naakt gemaakt, zodat er voor het grootste deel van het groeiseizoen maar weinig organisch materiaal wordt gevormd. **Van de oogsten die men kan laten groeien zijn groenten het meest belastend voor het organische materiaal van de bodem. Er is geen enkele manier er voor dat groenten het humusgehalte in de bodem kunnen behouden, zelfs niet als al de resten er van op een allerbeste bijna religieuze manier worden gecomposteerd en op de grond worden teruggebracht. Het organische materiaal in de bodem zou zich zelfs verminderen in een experiment waarbij we enkele kleine dieren zouden laten opgroeien die exclusief gevoerd werden op de daar groeiende groenten, en waarbij we al hun mest en urine daar op het land zouden terugbrengen.**

Als we groenten laten groeien moeten we het organische materiaal tot veel meer dan de hoeveelheid herstellen dan dat de tuin het zelf produceert. De curven van de Universiteit van Missouri die de humusafname aantonen, geven ons een goede indicatie er voor hoeveel organisch materiaal dat we via het groenten tuinieren zullen verliezen.

Laten we eens de meest pessimistische schatting maken en aannemen dat het groenten tuinieren 2 x zo belastend voor de bodem is als het kweken van maïs, en dat we alles van het land verwijderen behalve de stoppels en de wortels.

In het geval van maïs worden in de eerste tien jaar 40% van de gehele reserves van het organische materiaal uitgeput. Laten we eens aannemen dat de groenten in 10 jaar tijd bijna alle humusgehalte in de bodem zouden verwijderen, oftewel 10% per jaar in de eerste 5 jaar. Dit getal is een ruwe- en voor de meeste plaatsen in Amerika een ruim pessimistische schatting.

Maar het is zo dat dit verliespercentage van 10 % per jaar op bepaalde plaatsen nog te weinig zou zijn. Ik heb oude bodems in Central Valley in Californie gezien die met rijenooogsten werden verbouwd die er zo uit zagen als neergevallen witte stofwolken, en ook is zulk een schatting van 10% per jaar niet geheel toelaatbaar voor de verbazende duurzaamheid die ik zag in de nog steeds zwart en rijk uitziende oude groentezaadvelden van de in het Westen van Washington gelegen States Skaget Valley. Deze velden die in een koel klimaat liggen hebben tientallen jaren langer de kunstmatige chemische landbouwbewerking overleefd zonder er geheel aan onderdoor te zijn gegaan - - nog niet.

Hoeveel verlies is nu 10 % per jaar ? Laten we nu eens mijn eigen tuin als voorbeeld nemen. Deze begon ooit als oude hooiweide die al minstens 25 jaar lang geen ploeg meer had gezien, en waarvan in de 5 jaar dat ik dit land bezat de jaarlijkse grasvorming niet gemaaid, in balen verpakt en verkocht werd, maar dat die gemaaid werd en gewoon op de plaats liggen gelaten werd. De accumulatie van mineralen en humus van ieder jaar draagt bij tot de groei van het gras van het vorige jaar. In het begin groeide mijn gras elk jaar een beetje hoger en dikker, maar de verhoogde toename van biomassa-productie bleek in de laatste paar jaar afgenomen te zijn. Ik vermoed dat het organische materiaal op dit moment waarschijnlijk wederom hersteld is en rond de 5% ligt.

Ik bestemde ca. 1 acre (ca. 4047 m<sup>2</sup>) van dat oude weideland tot tuiniersbodem. Dit bestond ieder jaar uit een derde van dit stuk land. De andere twee derde werden geregenereerd met genezend gras. Ik meet mijn tuin in delen van acres. De meeste stadsmensen weten maar nauwelijks wat een acre is. Dit is een stuk grond van 66 x 66 meter.

Neem nu eens een stuk grond met een ploeg dieptelaag die ca. 2.000.000 pond weegt. Deze ploeglaag bestaat uit die 32 cm toplaag van de grond die door een ploegblad wordt omgeploegd. Deze 32 cm is dat gedeelte waar de meeste biologische activiteit in zit en waarin praktisch alle organische materiaal van de bodem zit. 2.000.000 pond komt overeen met 1000 ton toplaag van de grond in de eerste 32 cm van een acre. Nu kan er 5% van deze 1000 ton uit organisch materiaal bestaan; dus 50 ton onschatbaar waardevolle levende stof

die de andere 950 ton dode stof veranderen in een vruchtbare productieve acre. Als er 50 ton als gevolg van 1 jaar groenten tuinieren verloren gaan, bedraagt dat in 5 ton per acre per jaar verlies, oftewel ca. 25 (Engelse) pond verlies per 100 vierkante voet (= ca. 22,5 pond per 33 vierkante meter).

Maar wacht even beste lezer. Er zit een erg domme fout in deze berekeningen die al vlug duidelijk zal worden. Bekijk eens het volgende! Er wordt kalk in hoeveelheden van 4 ton per acre verspreid. Heb je ooit 1 ton per acre - oftewel 22,5 kilo kalk over een stuk tuin van 10 x 10 meter verspreid? Dat kan moeilijk te volbrengen zijn. Het is zelfs zo dat 90 kilo kalk de grond van een stuk tuin van 330 vierkante meter geheel wit zou maken. En het is zelfs nog moeilijker om een hoeveelheid van 5 ton compost over een acre te verspreiden, of alleen maar 12 kilo op een kweekbed van 10 vierkante meter. Dan blijkt dat er ondanks alles nog niets volbracht werd, en dat de meeste grond als resultaat daar van nog steeds uitwijst dat er geen LAAG compost lag, maar alsof er alleen maar een dun LAAGJE.

Maar om het humusgehalte van de groentetuin op een gezond nivo te behouden, is een dun laagje één maal per jaar uitgevoerd, een gracieuze grote hoeveelheid. Zelfs als ik zou beginnen met een totaal uitgeput en stoffig absoluut humusloos geruïneerd oud landbouwveld dat geen organisch materiaal meer zou bevatten, en ik dit zou willen omtoveren tot een gezonde groentetuin, zou ik dit kunnen doen door alleen maar een keer een toevoeging van 50 ton rijpe compost per acre te geven, oftewel ca. 1125 kilo per 100 vierkante meter.

Nu is 1125 kilo humus een zware belasting compost die de grond kreunen laat. Verspreid over een kleine tuin, is dat wel voldoende om een voldaan gevoel te geven. Voordat ik beter wist had ik de gewoonte om één of twee maal per jaar zoveel gedecomposteerde paardenmest er op te brengen, en toen ik later een 12 millimeter dikke laag er op aanbracht was dat precies hetzelfde wat ik voorheen er op deed.

### **Het met compost bemesten van de groenten.**

Zal een gift van 5 ton compost per acre nu in voldoende voedingsstoffen voorzien om geweldige groenten op te laten groeien? Jammer genoeg is het antwoord nee. In de meeste tuinen en klimaten zal dit waarschijnlijk niet bewerkstelligd worden met het meeste materiaal dat als "compost" wordt gebruikt. Zulk een hoeveelheid compost kan waarschijnlijk wel een behoorlijke tarweoogst laten groeien.

De factoren die in deze stelling betrokken zitten, zijn zo talrijk en te complex om volledig te kunnen worden uiteengezet in een klein boekje als dit. Daar in zijn de intrinsieke mineralisatie van de bodem zelf betrokken, de temperatuur van de bodem in het groeiseizoen, en de noodzakelijke hoge voedingsstoffenwaardes van de groenten. Volgens mijn ervaringen kunnen maar enkele aangeslibde bodems die regelmatig kleine toevoegingen van organisch materiaal krijgen een goed groeiende groenteoogst voortbrengen zonder verdere toegevoegde hulp. Alhoewel worden deze plaatsen regelmatig overspoeld en ververst met hoog mineraliserende steendeeltjes. Daar aan toegevoegd moeten ze in het groeiseizoen

behoorlijk warm worden. Alhoewel bevatten niet alle steendeeltjes zulke hoge waardes aan plantenvoedingsstoffen en niet alle bodems worden voldoende warm om de bodemdeeltjes snel te kunnen afbreken.

De bodemtemperatuur heeft er veel mee te maken hoe effectief de compost kan werken als vruchtbaar makende meststof. Zandgronden warmen in de lente veel vlugger op en het zand laat een veel vrijere doorstroming van de lucht toe, dus daarom decomposteert de humus ook veel vlugger in zand. Misschien kan een zandige tuin die op en op het zuiden liggende helling ligt, vrij goed groeien met maar weinig krachtige compost. In de praktijk is het zo dat als de meeste mensen zelfs de meest krachtige compost over hun tuin heen spreiden bij maar ca. 11 kilo per 10 vierkante meter, ze bijna zekerlijk teleurgesteld zouden worden.

Welnu, als 5 ton hoge kwaliteitscompost voor een acre niet adequaat is voor de meeste groenten, hoe zou het dan zijn, als we 10 of 20 ton van de beste compost zouden gebruiken, zou die hoeveelheid dan een goede weelderige tuin laten groeien? Alhoewel men bij het antwoord vele factoren in aanmerking moet nemen, is het resultaat in het algemeen wel wat positiever. Als de compost een lage C/N-verhouding heeft, en die compost of de bodem zelf niet erg gebrekkig is aan de een of andere essentiële voedingsstof, en als de bodem een ruwe, luchtige structuur heeft die de decompostering bevordert, dan zullen ietwat zwaardere compostgiften een goed uitziende tuin laten groeien waarvan men veel voedsel kan oogsten.

Maar is er een vraag die maar zelden gesteld wordt, en die in de holistische traditionele land- en tuinbouw kennis zelfs nog zeldzamer tevredenstellend beantwoord wordt, namelijk: Hoeveel organisch materiaal of humus er precies nodig is om de gezondheid van de plantengewassen te maximaliseren, zoals ook de voedingskwaliteiten van het voedsel dat we laten groeien?

En een bijna evenzo belangrijke gevolgtrekking daar van is: Kan er ook een *te veel* aan organisch materiaal gebruikt worden?

Deze tweede vraag is voor biologische graan/ veeboeren niet van praktische toepassing, omdat het financieel bijna onmogelijk is om het nivo van organisch materiaal op landbouwgronden tot buitensporige hoeveelheden te verhogen.

Boeren die op grote schaal holistisch het land bewerken moeten dit organische materiaal op hun eigen boerderij produceren. Hun concentratie kan niet liggen op de aankoop en het aanbrengen van grote hoeveelheden organisch materiaal; die moet liggen op het behoud en de maximalisatie van de waarde van het organische materiaal dat ze zelf produceren.

Als je wel eens hoort van een biologische boer (geen biologische groentekweker maar een graan / veeboer) die bijzondere hoge vruchtbaarheid opbouwt door het toedienen van grote hoeveelheden compost, weet dan dat er bij deze boer kort in de buurt een goedkope bron van kwaliteitsmateriaal moet zijn. Als alle boeren daar in de buurt hetzelfde zouden willen doen, dan zou er niet voldoende aan een economische prijs verkocht worden, tenzij

eventueel het gehele land een zg. "gesloten systeem" zou worden, net zoals China. We zouden dan alle beetjes menselijke uitwerpselen en organisch materiaal moeten composteren, maar zelfs dan zou er niet voldoende zijn om aan de vraag tegemoet te kunnen komen. Onthoudt dat zelfs als we daar in net zo efficiënt zouden worden als China; herinner je daar bij de verminderde toestand van de bodem in China's hoogland en de snelle woestijnvorming die verder gaat in hun half-droge Westen. China berooft Peter om Paul te kunnen betalen en heeft dus waarschijnlijk ook geen echt goede duurzaam behoudende landbouwcultuur.

Ik ben vaak de opvatting onder de aanhangers van de biologische landbouwbeweging tegengekomen, dat als een beetje organisch materiaal goed is, dat nog meer daarvan beter moet zijn, en zelfs dat nóg meer daar van nóg beter is. In het biologische tijdschrift *Organic Gardening* en in de tuiniersboeken van Rodale, lezen we in lofspraak over bodems die zulk een hoog humusgehalte hebben en zo hoog in aardwormen liggen dat men makkelijk zijn arm tot aan de ellebogen in deze zachte aarde kan duwen, maar die er wel heel vlug weer er uit moet trekken omdat alle haren er af gevreten worden door de wormen, en waar men weg moet springen na het planten van maïszaad omdat anders de snel groeiende stengels in het oog steken, en waar de pompoenen gemiddeld meer dan 20 kilo zwaar worden, en waar één enkele langs latwerk opgebonden tomatenplant de gehele zuidzijde van een huis bedekt, waarvan hele schepels vol geoogst kunnen worden, en dit alles door de compost.

Ik noem de gelovigen van het biologisch kapitaal de "B" biologische tuiniers. Deze mensen hebben vrijwel allemaal een vrachtwagentje met laadbak in gebruik om de bladeren en het grasmaaisel uit hun buurt op de afvaldag op te halen en enkele ladingen van de lokale stallen en kippenboerderijen op te halen. Hun grote tuinen staan omringd met compostvaten en hun jaarlijkse op het land uitgedragen laag compost wordt gemeten in vele centimeters dikte. Ik zelf was vroeger ook zo.

Er zijn twee belangrijke en min of meer oneerbiedige vragen die zouden moeten worden opkomen over deze extreme vorm van tuinieren. De eerste:

Is deze grote hoeveelheid humus de enige manier om grote oogst opleverende biologische groentetuinen te laten groeien?

En de tweede: Zijn groenten die men op bodems laat groeien die superhoog in humus liggen op deze manier dan ook wel maximaal voedingstrijk?

Als het antwoord op de eerste vraag "nee" is, dan kan men zich een hoop werk besparen door het voedingsstoffenniveau van de bodem te verhogen, dat dan op de een of andere manier gedaan kan worden die acceptabel voor de biologische tuinier is.

Als het antwoord op de tweede vraag "minder voedingrijk" is, dan zouden serieuze tuiniers en thuismakers die zelf eigengemaakte producten maken in hoeveelheden van een behoorlijk deel van hun jaarlijkse calorieëninname beter hun gezondheidsbedoelingen moeten overdenken. Veel biologische tuiniers hebben dezelfde opvattingen als in de karakterrol van Woody Allen van zijn film "*Sleeper*".

Herinner je deze film nog? Die gaat over een Amerikaanse tijdsgenoot die onverwacht kort voor zijn dood komt te staan, en die dan ingevroren wordt om 200 jaar later in de

toekomst te worden wakker gemaakt en genezen. Maar onze held verwachtte niet dat hij dood ging of ingevroren werd toen hij ziek werd, en toen hij wakker werd geloofde hij dat de verklaring die hem werd gegeven een grap was en dat zijn vrienden hem voor de gek hielden. De geïrriteerde dokter van dienst vertelde Woody om deze kwestie nu maar naast zich neer te leggen en een nieuw leven te beginnen. "Dit is geen grap", zei de dokter, "al uw vrienden zijn al lang dood". Woody's antwoord laat me iedere keer weer glimlachen als ik het uitspreek: "Maar mijn vrienden kunnen toch niet allemaal dood zijn ! Ik was eigenaar van een natuurvoedingswinkel, en we aten allemaal bruine rijst".

## **De rol van humus op de voedingskwaliteit van het voedsel.**

Ik geloof dat het doel van voedsel niet overwegend is om de buik te vullen of om energie te leveren, maar om gezondheid te scheppen en te behouden. Tenslotte zou de bodemvruchtbaarheid niet aan de hand van het humusgehalte geëvalueerd moeten worden, noch aan de hand van de microbiële populatie, noch aan de hand van het aantal aardwormen, maar aan de hand van de gezondheid die er op lange duur van verkregen wordt door het daar op groeiende voedsel te eten. Als de lichamelijke gezondheid achteruitgaat, behouden wordt, of zich verbetert, dan hebben we de ware vruchtbaarheid van de bodem gemeten. De technische naam voor deze opvatting is "biologisch proef". Het evalueren van de bodemvruchtbaarheid via biologische keurtest is een erg radicale stap, omdat het op lange duur in verband brengen van de gezondheidsveranderingen met het voedingsgehalte van het voedsel, en met de omgangspraktijken van de bodem, maakt een kardinale leerstelling van de industriële landbouw ongeldig: De omvang of volume van de oogst is de ultieme maatstaaf of die wel of niet goed was. Newman Turner, een Engelse veeboer en leerling van Sir Albert Howard drukte het als volgt uit:

"De orthodoxe wetenschapper bepaalt normaliter de vruchtbaarheid van de een of andere grond aan de hand van de opgeleverde volume of massa van de oogst, en legt geen verband tussen de effecten daar van op de uiteindelijke consument."

Ik heb vee gezien dat langzamerhand de goede gezondheid verloor en een dalende melkproductie kreeg terwijl ze geheel gevoerd werden op de overvloedig rijke producten van een schijnbaar vruchtbare bodem. Alhoewel de bodem in staat was om zware oogsten voort te brengen, waren deze niet voldoende om het lichaamsgewicht en melkproductie van de koeien te behouden zonder supplementen er aan toe te voegen. Deze bodem, die wel in staat was de bovenstaande gemiddelde opbrengst op te leveren, en die door de orthodoxe kwantitatieve maatstaaf als vruchtbaar werd beschouwd, kon in termen van de meer completere maatstaaf van het uiteindelijke effect op de consument niet beter gezien worden als iets anders dan gewoonweg deficiënt in vruchtbaarheid.

Daarom is de maatstaaf vruchtbaarheid de mogelijkheid om het hoogst herkende nivo aan kwaliteitsoogst voort te brengen die als deze over lange perioden door dieren en mensen gegeten worden hun in staat stellen om de gezondheid te behouden, de lichaamsconditie, en een hoog productieniveau zonder enigerlei optreden van enigerlei soort ziekte of gebreken.



Vruchtbaarheid kan niet in termen van kwantiteit worden gemeten. Iedere willekeurige maatstaf van bodemvruchtbaarheid moet in verband staan met de kwaliteit van de producten er van

De meest eenvoudige maatstaf van bodemvruchtbaarheid is zijn in staat zijn om via zijn vruchtbaarheid, deze vruchtbaarheid op de ultieme consument er van over te brengen"

Howard beschrijft ook het scheppen van een supergezonde kudde runderen op zijn proefboerderij van Indore in India. Na enkele jaren nauwgezet exact te decomposten en het herstellen van het bodemleven straalden Howard's runderen van gezondheid. Ter demonstratie liet hij zijn dieren opzettelijk met hun neus aan het gebied van de andere kant van de heg wrijven, waarvan men wist dat de dieren van de burens geïnfecteerd waren met mond- en klauwzeer en andere veeziektes; zijn eigen dieren bleven echter gezond.

Ik heb zo veel van dit soort verhalen in de boeken van de biologische landbouwbeweging gelezen, dat mijn geest niet afwijzend staat ten opzichte van het verband tussen de voedingskwaliteit van de planten en de aanwezigheid van organisch materiaal in de bodem. Vele andere biologische tuiniers kwamen tot dezelfde conclusie. Maar vele tuiniers begrijpen niet het grote verschil tussen landbouwbewerking en tuinieren: De meeste radicale landbouwers beginnen hun landbouwpraktijken op uitgeoogd land dat overwegend gebrekkelijk is aan organisch materiaal. De gezondheidsverbetering van planten en dieren die ze beschrijven komt door het herstel van het evenwicht in de bodem als gevolg van het benaderen van een piek in het humusniveau die veel lijkt op hetgeen dat ik ook deed op mijn eigen land door geen gras meer er van te verwijderen.

Maar thuistuiniers en tuiniersbedrijven die aan de markt verkopen en kort bij de steden liggen, hebben de mogelijkheid om praktisch onbeperkt veel organisch materiaal te verkrijgen. Aangemoedigd door een verkeerde opvatting dat hoe meer organisch materiaal men gebruikt, hoe gezonder dat is, verrijken ze hun grond veel te ver achter de natuurlijke capaciteit er van. Vaak wordt dit "opbouw van de grond" genoemd, maar het veel verder verhogen van het organische materiaal in de tuinen boven een piek niveau, verhoogt niet de voedingswaarde van de gewassen, en zal in vele gevallen de waarde er van zelfs opmerkelijk laten dalen.

Vele jaren heb ik voor de *Extension Service Master* tuinierklassen lezingen gegeven. Een onderdeel van de meester-tuiniers studie includeert de interpretatie van de bodemtestresultaten. In de vroege 1980er jaren toen de regering van Oregon meer geld had, werd er aan alle meester tuiniersstudenten een gratis bodemtest van hun eigen tuin gegeven. Zo kwam er een oudere heer na mijn lezing naar mij toe en vroeg mij welke interpretatie dat ik had van zijn moeilijk te begrijpen bodemtest had.

De gemiddelde grond in onze regionale test is matig tot sterk zuur; ligt laag in stikstof, fosfor, calcium en magnesium, vrij adequaat in kalium; en bevat 3-4 % organisch materiaal. De bodemtest van Mr. Biologisch gaf een organisch materiaalgehalte aan van 15 - 20 %, met een meer dan adequaat gehalte aan stikstof, en een pH van 7,2. Alhoewel was er

praktisch geen fosfor, calcium of magnesium in aanwezig, en 4 x de hoeveelheid kalium dan dat enigerlei laboratorium ooit zou aanraden voor de bodem. Onderaan de test stond altijd in rode inkt, onderstreept en met drie uitroeptekens geschreven: "De volgende 5 jaar geen houtas meer !!!" Omdat zo vele mensen in het maritieme Noordwesten hun huis verwarmen met brandhout, had de bodemanalist vergissingsgewijs gedacht dat de bodem zo alkalisch werd en kreeg die zo een hoge kalium onevenwichtigheid door het hoge gebruik van houtas. Onze met vraagtekens rondlopende tuinier kon twee dingen uit zijn bodemrapport niet begrijpen: Ten eerste gebruikte hij geen houtas en had ook niet eens een houtkachel, en ten tweede, alhoewel hij zijn "bodem 6-7 jaar opbouwde", zijn tuin niet zo weelderig groeide als dat hij zich had voorgesteld dat dit zou moeten.

Hij had een bestelwagen met open laadbak, en hield er van om biologisch materiaal op te halen en daarvan compost te maken en die op het land te doen. Zijn bodem zat vol met wormen en had een opmerkelijk hoog humus niveau, maar er kwam nog steeds geen geweldig mooie oogst uit voort.

Het was in feite nog erger dan dat hij dacht. Omdat er veel kalium beschikbaar in de bodem zit, nemen de planten nemen zo veel kalium op, en concentreren die dan in de bovengroei van de plant. Dus als er veel plantenmateriaal wordt opgehaald en gedecomposeerd, of als er dierlijke mest van buiten af wordt aangebracht en aangewend, dan komt daarmee samen zeer veel kalium naar binnen. Zoals kort zal worden uitgelegd, is de vegetatie van het plantenmateriaal van bosrijke omgevingen zoals het Westen van Oregon zelfs nog kaliumrijker en bevat het minder van de andere hoogst belangrijke voedingsstoffen dan de vegetatie van andere gebieden.

Door ieder jaar zijn grond meerdere centimeters dik met compost te bedekken verzadigde hij de bodem geheel met kalium. De kationen uitwisselingscapaciteit, of in niet-technisch taal: De mogelijkheid van de grond om andere voedingsstoffen vast te houden, werd overstelpd door de kalium, en alle fosfor, calcium, magnesium en andere voedingsstoffen werden door de regen grotendeels weggespoeld. Het was zelfs erger! De voedingskwaliteit van de groenten die op deze superveel humusbevattende bodem groeide lag erg laag en zou veel hoger hebben gelegen als hij maar lagere hoeveelheden compost had gebruikt, plus - de verschrikking van alle verschrikkingen - - kunstmest.

### **Het klimaat en de voedingskwaliteit van voedsel.**

Door de geologische tijdsperiodes heen loogde het door de grond lopende water de plantenvoedingsstoffen uit de bodem. In klimaten waar er nauwelijks genoeg regen is om graanoogsten te laten groeien, houdt de bodem de mineralen vast en het voedsel dat daar groeit is hoogst voedingsrijk. In groene regenachtige klimaten wordt de bodem van plantenvoedingsstoffen zo uitgeloogd en het voedsel dat er groeit is veel minder voedingsrijk. Daarom komt het dat er grote gezonde kuddes worden aangetroffen op met overwegend struikgewassen bedekte half droge graslanden zoals de Amerikaanse prairies; daarentegen zit er maar veel minder dierlijke biomassa in sappige weelderige bossen.

Sommige plantenvoedingsstoffen logen veel makkelijker uit de bodem weg dan andere. Het eerste waardevolle materiaal dat er uit de bodem spoelt is calcium. Half droge bodems houden gewoonlijk veel calcium vast, de voedingsstof die het meeste weerstand biedt om er uit te logen is kalium. Uitgeleogde bodems bevatten gewoonlijk nog steeds zeer veel kalium. William Albrecht stelde deze gegevens vast en bracht die in verband met een aantal redelijk duidelijke en belangrijke veranderingen in de voedingskwaliteit van de planten die worden veroorzaakt door deze verschillen in bodemvruchtbaarheid. Ondanks de duidelijkheid daar van werd Albrecht's werk door zijn gelijken uit de geïnteresseerde groepen die het landbouwonderzoek in de helft van de 20<sup>ste</sup> eeuw ondersteunden niet als correct beschouwd, en werden ze veelal genegeerd. Erger nog kwamen zijn opvattingen niet bepaald goed overeen met de ideologische voorafgaand heersende opvattingen van J. L. Rodale, dus waren de biologische tuiniers en landbouwers ook niet op de hoogte van Albrecht's wijze kennis. Albrechts zou waarschijnlijk de volgende tabel hebben goedgekeurd die de essentiële kwaliteiten van droge en vochtige bodem aangeeft.

### Het mineraalgehalte van de bodem, naar gelang het klimaatgebied.

Plantenvoedingsstof	Droge prairiegrond	Vochtige bosgrond
Stikstof	hoog	laag
Phosfor	hoog	laag
Kalium	hoog	matig hoog
Calcium	erg hoog	laag
PH	neutraal	zuur

De grond van droogland bodems bevat een veel hogere percentage aan mineralen dan door water uitgeleogde bodem. Maar Albrecht dacht dat het grote verschil tussen deze twee bodemsoorten in *de verhouding* tussen calcium en kalium lag. In de bodem van droogland zit meer calcium dan kalium, terwijl in vochtigere bodem meer kalium dan calcium zit.

Om zijn theorie te testen liet hij wat sojabonen in potten opgroeien. Eén pot daarvan had een hoog calciumgehalte in verhouding tot kalium, en kwam zo overeen met de droge prairiegrond. Een andere pot bevatte net zo veel calcium, maar wat meer kalium, en had zo een verhouding die overeen kwam aan de hoge kwaliteit landbouwgrond in de oostelijke Verenigde Staten. Beide bodems lieten goed uitziende sojaplanten groeien, maar als ze werden onderzocht op het voedingsgehalte wezen ze zich als heel verschillend uit.

Bodem	Opbrengst	Calorieën	Proteïne	Calcium	Phosfor	Kalium
Vochtig bodem	17,8 g	hoog	13%	0,27%	0,14%	2,15%
Droogland	14,7 g	middelmatig	17 %	0,74 %	0,25 %	1,01 %

De met kalium verrijkte bodem bracht een in volume 25 % hogere oogst voort, maar de sojabonen daar van bevatten 25 % minder proteïne. De consument van zulke planten zou

gemiddeld ca. 30 % meer koolhydraten moeten verbranden om dezelfde hoeveelheid aminozuren te verkrijgen die essentieel zijn voor alle lichaamsfuncties.

De gewassen van een vochtig-natte grond bevatten ook maar 1/3 zo veel calcium - - dat een essentiële voedingsstof is - - en waarvan het gebrek over verschillende generaties gezien een graduele afname van de skeletgrootte veroorzaakt en achteruitgang van het gebit. Ze bevatten ook maar half zo veel van een andere essentiële voedingsstof, namelijk fosfor. Een te veel of extra toevoeging van kalium is niet nodig. Mensen die zich met een evenwichtige voedingswijze voeden, scheiden gewoonlijk zelfs nog veel overbodige kalium via hun urine uit.

Albrecht analyseerde daarna nog tientallen staaltjes plantenmateriaal dat afkomstig was van zowel droge- als van vochtige bodems, en stelde verschillen vast die hetzelfde waren als die bij de sojabonen die onder zijn bewust uitgevoerde omstandigheden werden uitgevoerd. De volgende tabel laat de gemiddelde samenstelling van de plantenvegetatie van deze twee verschillende bodemgebieden zien en stamt rechtstreeks uit Albrecht's onderzoek. De tabel bestaat uit de gemiddelde waarde van vele plantenstaaltjes zoals ook van de vele voedseloogsten uit beide klimaatsoorten.

Het gemiddelde voedingsgehalte naar gelang het klimaat.		
Voedingsstof	Droge grond	Vochtige grond
Kalium	2,44 %	1,27 %
Calcium	1,92 %	0,28 %
Fosfor	0,78 %	0,42 %
Totale minerale voedingsstoffen	5,14 %	1,97 %
Verhouding van kalium tot calcium	1,20 / 1	4,50 / 1

Deze gegevens vertellen ons veel er over hoe we met de grond moeten omgaan om het meest voedingsrijke voedsel er op voort te brengen zoals ook over een juist gebruik van compost in de tuin. Ik wil vragen om naar deze kleine tabellen terug te kijken als ik later enkele conclusies daar uit zal trekken.

Het fundamentele probleem m.b.t. de voeding dat alle dieren hebben is niet zo zeer het vinden van energierijk voedsel maar hoe ze voldoende mineralen, vitaminen en bruikbare proteïnen binnen krijgen. Dat wat onze mogelijkheid beperkt om voedingsstoffen binnen te krijgen is de hoeveelheid van de massa of volume van het materiaal dat we kunnen verwerken - - oftewel het aantal calorieën in het voedsel. Zo is bijvoorbeeld bij koeien de omvang van het volume van het materiaal de begrenzer. De koe zal haar buik altijd geheel vullen en zal al de vegetatie verwerken die ze elke dag van haar leven kan verteren. Haar gezondheid berust op de hoeveelheid voedingsstoffen in de omvang van die massa. Bij mensen, beperkt onze moderne levensstijl ons tot het eten van 1500-1800 calorieën per dag. Onze gezondheid

berust eveneens op de hoeveelheid voedingsstoffen die we samen met die calorieën binnenkrijgen.

Dus, beschrijf ik de fundamentele vergelijking voor de menselijke gezondheid als volgt:

GEZONDHEID = DE VOEDINGSSTOFFEN IN HET VOEDSEL GEDEELD DOOR HET AANTAL CALORIEËN IN DAT VOEDSEL.

Als het voedsel dat we eten alle voedingsstoffen bevat dat maar mogelijk is in dat voedsel en ook in de juiste verhoudingen, dan zullen we voldoende voedingsstoffen binnen krijgen terwijl we ook de benodigde calorieën binnen krijgen om in onze energie te voorzien. Alhoewel is het zo dat tot in de mate dat onze voedingswijze uit gedenatureerd voedsel bestaat dat te veel energie aanvoert, we een gebrek aan voedingsstoffen zullen krijgen en ons lichaam langzaam achteruit zal gaan en degenereren. Dit is waarom voedselsoorten zoals suiker en vet minder gezond zijn omdat ze geconcentreerde bronnen van energie zijn die maar weinig of geen voedingsstoffen bevatten. Voedingsstoffenloos voedsel draagt ook bij aan "verborgen hongergevoelens" omdat het organisme hunkert naar iets dat het mist. Men overeet zich dan en wordt dik en ongezond.

Albrecht's tabellen tonen ons dat voedselsoorten van droge klimaten hoger in proteïnen en essentiële mineralen liggen, terwijl die tegelijkertijd lager in calorieën liggen. Het voedsel uit vochtig natte klimaten ligt hoger in calorieën, terwijl ze veel lager in proteïne, essentiële en minerale voedingsstoffen liggen. Albrecht's geschriften - - zoals ook die van Weston Price en Sir Robert McCarrison die achteraan in de literatuurlijst te vinden zijn - - staan vol van voorbeelden die aantonen hoe een gezond en lang leven van de mensen in verband staan met deze zelfde variaties van klimaat, bodem en voedingsstoffen.

Albrecht beschreef nog een duidelijk voorbeeld van hoe de bodemvruchtbaarheid gezondheid of ziekte veroorzaakte. In 1940, toen Amerika zich voorbereidde op de Tweede Wereldoorlog, werden alle in aanmerking komende mannen opgeroepen voor een lichamelijk onderzoek om te bepalen of ze geschikt waren voor militaire dienst. In die tijd aten de Amerikanen niet hetzelfde als wij nu. Het voedsel werd lokaal geproduceerd en verkocht. Brood werd gebakken van lokaal gemalen bloem. Vlees en melk was afkomstig van lokale boeren. Groenten en aardappels kwamen niet allemaal uit Californië. De regionale verschillen van bodemvruchtbaarheid konden worden herkend aan de daar uit voortkomende gezondheid van de mensen.

Het door Albrecht's beschreven Missouri, is verdeeld in een aantal duidelijk apart liggende regenvalgebieden. Het Noordwestelijke deel bestaat uit een gras prairiegrond en krijgt minder vocht dan het vochtige zuidoostelijke bosrijke gedeelte. Als bodemtesten zouden worden vergeleken die uitgevoerd werden over een diagonale lijn die getrokken werd van het Noordwesten naar het Zuidoosten, dan zouden die exact het door het klimaat veroorzaakte profiel weergeven dat door Albrecht werd vastgesteld. Niet onverwacht waren 200 van de jonge opgeroepen mannen van de 1000 uit het Noordwestelijke deel van Missouri

medisch gezien ongeschikt voor militaire dienst, terwijl er uit het Zuidwestelijke gebied 400 van de 1000 ongeschikt waren. En van uit het midden van de staat waren er 300 van de 1000 ongeschikt.

Een andere interessante en bijna beangstigende conclusie kan worden getrokken uit de tweede tabel. Let s.v.p. er op dat Albrecht door het vergroten van de hoeveelheid kalium in de potgrond de totale opbrengst met 25 % vergrootte, terwijl hij daardoor echter tegelijkertijd alle andere belangrijke voedingsaspecten verminderde. Het meeste van deze algehele oogstopbrengst bestond in de vorm van koolhydraten, dat in het voedsel evenredig staat aan calorieën. Landbouwhuishoudkundigen weten ook dat de toevoeging van de meststof kalium de opbrengst enorm en goedkoop laat toenemen. Zo worden Amerikaanse landbouwgronden routinematig gedoseerd met kalimeststof die het volume van het materiaal van de opleverende oogstgewassen zoals ook de winst verhoogt, zonder echter het voedingsstoffengehalte evenredig te verhogen, dit op de uiteindelijke kosten van de publieke gezondheid. Biologische boeren begrijpen dit aspect van de plantenvoedingsstoffen vaak ook niet, en gebruiken vaak biologische vormen van kalium om hun opbrengst en winst te verhogen. Het kopen van biologisch voedsel is er geen garantie voor dat dit voedsel het hoogste voedingsstoffengehalte heeft.

Dus, als de gezondheid afkomstig is uit de verhouding tussen voedingsstoffen en calorieën van ons voedsel, dan kunnen we al groenten tuinier die veel van ons voedsel zelf kweken, in deze evenredigheid een stap verder gaan:

$$\text{GEZONDHEID} = \text{Voedingsstoffen} / \text{Calorieën} = \text{calcium} / \text{kalium}.$$

Als we beslissen hoe we met onze tuingrond omgaan, kunnen we stappen ondernemen om de droge bodems na te bootsen door de kaliumpercentages lager te houden, terwijl we hogere percentages calcium aanhouden.

Bekijk nu eens goed de derde tabel. Het gemiddelde plantaardige materiaal van droge bodems bevat wat meer kalium dan calcium (1,2 : 1), terwijl het gemiddelde plantaardige materiaal van vochtige gronden vele malen meer kalium dan calcium bevat (4,5 : 1). Als we van buiten af verse mest of vegetatief materiaal in onze tuin of landbouwgrond van aanvoeren, dan voegen we daar mee erg veel kalium aan de bodem toe. Diegenen van ons die in een gebied met een regenachtig klimaat wonen dat van nature uit met bos begroeid is, hebben het veel slechter in dit opzicht dan diegenen die op de prairiegrond tuinieren of in de geïrrigeerde tuinen in woestijnachtige klimaten, omdat het plantaardige materiaal en de mest die we gebruiken om onze tuinen "op te bouwen" veel meer kalium bevat, terwijl het meeste van onze bodem reeds de hele hoeveelheid bevat die we nodig hebben en die dan zo nog wat extra er bij krijgt.

Het zou nu duidelijk moeten zijn waarom sommige biologische tuiniers de bodemtest zo ontvangen als de man in mijn lezing, waar in zelfs de bodemtester zelf - - alhoewel die wetenschappelijk getraind werd en een universitaire opleiding had - - niet de feitelijke bron

van de overdosis aan kalium herkende. De tester in het laboratorium concludeerde dat de kalium van de houtas afkomstig moest zijn, terwijl die eigenlijk van het organisch materiaal zelf afkomstig was.

Ik concludeer daar uit dat organisch materiaal een min of meer gevaarlijk spul is en waarvan het gebruik beperkt moet worden tot de hoeveelheid die nodig is om de fundamentele bewerkbaarheid van de bodem te behouden, en een gezonde complexe gehele bodemecologie.

### **De biologische bemesting van tuingrond.**

Wetenschappers die het verband tussen bodemvruchtbaarheid en de voedingswaarde van de oogst hebben onderzocht, hebben herhaaldelijk opgemerkt dat de beste oogsten worden voortgebracht met compost en meststof. Dus niet alléén door meststof, en ook niet alléén door compost. De beste plaats waar tuiniers deze gegevens kunnen vinden, is in Werner Schupan's boek (zie literatuurlijst). Maar als men het woord "meststof" aan een biologische tuinier zegt, dan zal die gewoonlijk terugdeinzen en op de tenen gaan staan. In feite is er echter geen direct verband tussen de woorden "mest" en "kunst" of "chemisch". Een meststof kan bestaan uit iedere willekeurig geconcentreerde plantaardige voedingsstoffenbron voor planten die in de bodem vlug vrij komt en beschikbaar wordt. Volgens mij is de kunstmest wel de slechtste meststof, en de natuurlijke meststof veel beter.

De allereerste natuurlijke mest die in de industriële wereld overal verkocht werd was de guano. Dit zijn de natuurlijke in de zon gedroogde uitwerpselen van de nestbouwende zeevogels die zich in dikke lagen ophoopt op de rotsachtige eilanden rond de kust van Zuid-Amerika.

Guano is een sterke voedingsstoffenbron net zoals gedroogde kippenmest, en bevat veel stikstof, een redelijke hoeveelheid fosfor, en een lagere hoeveelheid aan kalium. Guano is sterker dan enigerlei andere mest, omdat zeevogels de erg proteïnerijke en hoog mineraalrijke vis uit de oceaan eten. Andere sterke organische meststoffen zijn bijvoorbeeld zadenmeel; gedroogde pure kippenmest; slachthuisafval; gedroogde kelp en ander zeewier, en vismeel.

#### **De samenstelling van natuurlijke meststoffen.**

<b>Materiaal</b>	<b>% stikstof</b>	<b>% fosfor</b>	<b>% kalium</b>
Alfalfameel	2,5	0,5	2,1
Beendermeel (rauw)	3,5	21,0	0,2
Beendermeel (gestoomd)	2,0	21,0	0,2
Kippenmest (pure, verse)	2,6	1,25	0,75

Katoenzaadmeel	7,0	3,0	2,0
Bloedmeel	12,0	3,0	--
Vismeel	8,0	7,0	--
Groenzand	--	1,5	7,0
Hoef- en hoornmeel	12,5	2,0	--
Kelpmeel	1,5	0,75	4,9
Pindanotenmeel	3,6	0,7	0,5

Het opkweken van de meeste soorten groenten vereist de opbouw van een nivo van bodemvruchtbaarheid dat veel hoger ligt dan vereist wordt door andere veldoogsten zoals granen, sojabonen, katoen en zonnebloemen. De oogsten van het veld kunnen zonder bemesting acceptabel productief zijn op gewone bodems, maar het is zo dat omdat we vroeger zo minachtend met onze landbouwgrond zijn omgegaan -- net alsof het industrieel materiaal was in plaats van een levend organisme -- dat hun mogelijkheid om plantenvoedingsstoffen te leveren is afgenomen, en de gemiddelde boer moet gewoonlijk extra voedingsstoffen er aan toevoegen in de vorm van geconcentreerde snel werkende meststoffen, als ze een goede winstgevende oogst willen krijgen.

Groenten verlangen echter veel meer dan andere veldoogsten. Ze hebben zich reeds lang geleden er aan aangepast om te groeien op sterke compost of sterke mest zoals verse paardenmest of kippenmest. Indien ze zo geplant en gevoed zouden worden als tarwe, zouden de meeste daar van gewoon niet kunnen groeien, of als ze het toch zouden overleven in een tarweveld, zouden deze groenten niet die sappige weke delen ontwikkelen die we als waardevol beschouwen.

Het opbouwen van hogere dan normale waardes aan plantenvoedingsstoffen kan gedaan worden met grote toevoegingen van sterke compost en meststof. In half droge gebieden van het land waar de vegetatie een goede verhouding van calcium tot kalium heeft, zal het voedsel dat er op deze manier groeit vrij voedingsrijk zijn. In gebieden waar meer regenval is, wordt de toename van bodemvruchtbaarheid tot op groenteniveau beter volbracht door mest. De gegevens in het eerdere gedeelte geven vele tuiniers veel reden er voor om de toevoeging van organisch materiaal alleen maar tot op een nivo te beperken dat het de gezonde bodemecologie behoudt zoals ook een acceptabele bewerkbaarheid. In plaats van de compost te supplementeren met lage kwaliteit chemische meststoffen, raad ik aan om zelf een complete natuurlijke meststof samen te stellen om de minerale vruchtbaarheid te bevorderen.

### **Het maken en gebruik van Complete Natuurlijke Meststof.**

De basisingrediënten voor het maken van een evenwichtige natuurlijke mest kan variëren naar gelang wat je wilt en de streek waar je woont. De zadenmelen zijn meestal de 'body' van het mengsel. Zadenmelen liggen hoog in stikstof en matig in fosfor omdat planten het meeste van het fosfor die ze opzamelen tijdens hun gehele groeiperiode in hun zaden



concentreren om de volgende generatie een sterke start te geven. Zadenmelen bevatten lage, maar meer dan adequate hoeveelheden kalium.

Het eerste mineraal dat door uitloggen wordt verwijderd is calcium. Het toevoegen van kalk kan het hele grote verschil uitmaken voor vochtig-natte gronden. Dolomietenkalk voegt daar ook magnesium aan toe en is de vorm van kalk waar we de voorkeur aan kunnen geven in het gebruik van een mestmengsel voor de meeste bodems. De kalk zou in droge gebieden waar de bodems van nature uit alkalisch zijn, vervangen moeten worden door gips, maar kan nog steeds voordeel hebben van extra calcium. Kelpmeel bevat waardevolle sporenelementen, maar als ik maar weinig geld zou hebben, dan zou ik eerst het kelpmeel weglaten, en dan pas de fosfaatbron.

Alle ingrediënten die er in deze formule gaan, worden gemeten in volume en de inhoudsmaat daarvan kan erg ruw worden genomen; per zak, per schep, of per koffiekant. Je kunt de ingrediënten ook apart houden, en de mest emmersgewijs mengen zoals nodig is, of je kunt de inhoud van een half dozijn gekozen zakken op een stoep of andere harde ondergrond uitschudden en mengen met een schop, om dan vervolgens dit mengsel in afvalbakken of zoiets te bewaren, of zelfs ook in de originele zakken waar de ingrediënten in zaten.

Dit is mijn formule:

4 delen in volume gemeten: Enigerlei zadenmeel zoals katoenzaadmeel, soyabonenmeel, zonnebloemmeel, canolameel, lijnzaadmeel, saffloermeel, pindameel, of kokosmeel. Tuiniers met een ongevoelige neus kunnen ook vismeel gebruiken. Tuiniers zonder vegetarische problemen kunnen vleesmeel gebruiken, leermeel, verenmeel, of ander slachthuisafval.

1 deel (gemeten in volume): Beendermeel of fosfaat steenmeel.

1 deel (gemeten in volume) kalk, bij voorkeur dolomietenkalk op de meeste gronden.

(Bodems die afkomstig zijn van leisteen, bevatten bijna een bijna toxisch nivo aan magnesium, en zouden dus geen dolomietenkalk als toegift mogen krijgen. Alkalische bodems (boven pH7) kunnen nog steeds voordeel hebben van extra calcium en zouden gips ( $\text{CaSO}_4$ ) moeten krijgen in plaats van gewone kalk.)

$\frac{1}{2}$  deel (gemeten in volume): Kelpmeel of ander gedroogd zeewier.

Om deze Complete Natuurlijke Meststof te gebruiken strooit men die in een hoeveelheid van ca. 4 liter per 35 vierkante meter over het land van een kweekbed, of in een 15 meter lange rij groenten, en werkt dat in de grond. Dit is voldoende voor alle weinig verlangende groenten zoals wortels, erwten en bonen.

Voor de meer verlangende groenten soorten kan men een extra hand of twee vol per ca. 4 liter grond onder de aanplantingen mengen of in de ophoging daar van doen. Indien men

aanplant in rijen, maak dan een diepe voor, en strooi daar ongeveer 1/3 liter Complete Natuurlijke Meststof in per 3 tot 4,5 meter van de lengte van de rij. Bedek nu deze Meststof met aarde, en maak dan een andere voor op 5 cm afstand daar van waarin de zaden cm. worden gezaaid.

Ik heb een dikke stapel dankbrieven over het gebruik van deze natuur Complete Natuurlijke Meststof. Als je je bodem "jarenlang opgebouwd hebt" of als je groenten nooit zo groot en weelderig groeiden als je dacht dat ze dat zouden moeten, dan raad ik je erg aan om een beetje van dit mengsel uit te proberen. Zou niet graag ook broccoli willen hebben die 25 - 30 cm in diameter is ? Of zucchini's die niet meer stoppen met de aangroei van de oogst?

## Hoofdstuk 9

### Het maken van superieure compost.

De kwaliteit en kracht van de compost kan erg variëren. De meeste compost die van vaste stadsafval wordt gemaakt heeft een hoge koolstof -stikstofverhouding, en in de grond gewerkt lost die tijdelijk het tegenovergestelde van een goede groeirespons uit, tot de bodemdiertjes en micro-organismen het meeste van het onverteerde papier verwerkt hebben. Maar als zulke lage kwaliteitscompost gebruikt wordt als mulchlaag over de oppervlakte van de bodem voor ornamentele planten, dan zijn de resultaten meestal vrij tevredenstellend, alhoewel ook weer niet spectaculair.

Als het streven bij onze eigen compostering overwegend bestaat uit het makkelijk verwijderen van de tuin- en keukenafval, dan zal de informatie in de eerste helft van het boek, voldoende voor je zijn, maar als je compost wilt maken die ongetwijfeld planten laat GROEIEN alsof het pure hoog vruchtbaar makende meststof is, dan is dit hoofdstuk voor jou bedoeld.

### Een beetje geschiedenis.

De meststoffen die tuiniersbedrijven voor het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw gebruikten bestonden uit krachtige verse mest en compostsoorten, en de groentetuin van het landvolk kreeg ook de beste mest en compost, terwijl de veldoogsten de rest kregen. Zo heb ik veel over het gebruik van dierlijke mestsoorten geleerd van de oude landbouw bewerkingsmethode en de aan de markt verkopende tuiniers.

In voorgaande eeuwen classificeerden de boeren de mest naar soort en puurheid en er was een "lange" mest en een "korte" mest, en verder was er dan nog de allerbeste plantengroeistimulator: de verse kippenmest.

Kippenmest werd altijd al hoog gewaardeerd, maar was altijd alleen maar in kleine hoeveelheden verkrijgbaar omdat het pre-industriële gevogelte niet permanent opgesloten zat in kippenbedrijven in kippenstallen en daar wetenschappelijke samengestelde mengsels

kregen. Het kippensoort van dat tijdperk bestond gewoonlijk uit de een of andere halfwilde, strijdlustige, broedende, beschermend soort, die overal mocht rondlopen en scharrelen. Een typisch kippenhouders systeem van voor 1900 bestond er uit dat de kippen hun eigen maaltijden vrij op het boerenerf of boomgaard konden zoeken, en waar ze tegen de schemering met een beetje graan naar binnen in een schuur of hok werden gelokt, zodat ze s'nachts tijdens hun slaap beschermd werden tegen roofdieren. Er werd wel wat verse mest van het kippenverblijf ingezameld, maar het meeste daarvan lieten ze buiten her en der neervallen waar het niet ingezameld kon worden. De dagelijkse zoektocht naar eieren was hde moeite waard, omdat voor het pesticidentijdperk de vrije uitloop in de boomgaard hebbende kippen de problemen met insecten in groenten en fruit grotendeels verminderden.

De grote kracht van de kippenmest komt door de lage C/N-verhouding in de voedingswijze die de kippen zo hebben: wormen, insecten, de zachte scheuten van het nieuwe gras en andere proteïnerijke jongen groenten en zaden. De kippen van de 20ste eeuw die "leven" in eieren- en vleesproductiebedrijven, moeten nog steeds een voedsel met een lage C/N-verhouding krijgen, primair graan, en hun verse mest is nog steeds krachtig. Maar iedereen die wel eens echte eieren van vrijlooppkippen heeft geproefd, met een diep oranje kleur van de dooier, van kippen die op een juiste voedingswijze leven, kan niet meer blij zijn met datgene dat tegenwoordig als "eieren" verkocht wordt.

Het bemesten met pure verse kippenmest verschilt niet erg veel van het gebruik van klein gemalen graan of zadenmeel. Het is zo geconcentreerd dat het net als ook kunstmest de plantenbladeren kan verbranden, en er mag er maar weinig van aan de grond worden toegediend. Het lost een opmerkelijke en krachtige groeirespons uit: 8 - 12 kilo pure verse kippenmest gebruikt op 10 vierkante meter is voldoende voeding om daar een groentekweekbed maximaal op te kunnen laten groeien.

Het exclusief incorporeren van pure kippenmest in een groentetuin resulteert echter ook in een snel humusverlies, alsof er kunstmest gebruikt wordt. Iedere meststof met een C/N-verhouding die lager ligt dan die van de gestabiliseerde humus - - egaal of het nu kunstmest of een natuurlijke meststof is - - versnelt de afname van het organische materiaal in de grond. Dit is waarom stikstofnitraat - de sleutel van alle proteïnes - gewoonlijk de hoofdzakelijke factor is die de populatie van de micro-organismes in de grond beperkt. Als het nitraatniveau van de grond beduidend toeneemt, dan nemen de microbiële populaties proportioneel ook toe, en eten het organische materiaal in versneld tempo op.

Daardoor komt het dat het zulk een krachtig effect heeft als er een weinig kunstmest wordt aangebracht op een bodem die nog steeds een redelijke hoeveelheid humus heeft. Niet alleen stimuleert de meststof zelf de groei van de planten, maar verhoogt die ook de microbiële populatie.

Méér microben versnellen de afbraak van humus, en er komen zelfs ook meer plantenvoedingsstoffen vrij als het organische materiaal vergaat. Daarom komt het waarom holistische boeren en tuiniers vergissingsgewijs de kunstmest bekritisieren omdat die direct destructief voor de micro-organismes in de bodem zou zijn. Maar in feite zijn *alle*

meststoffen - zowel de chemische als de natuurlijke - *indirect* schadelijk voor het bodemleven, doordat ze eerst de microbiële populaties tot onhoudbaar nivo verhogen, waarna dit dan opmerkelijk daalt als er eens voldoende organisch materiaal werd gegeten.

Tenzij natuurlijk weer nieuw vervangend organische materiaal wordt toegediend.

Bij de kippenmestcompost ligt deze kwestie anders. Meng de pure verse mest met ligstro, zaagmeel of zoiets, composteer dat dan, en afhankelijk van de hoeveelheid en kwaliteit van het ligstromateriaal en de tijd die er voor de decompostering werd gegeven, zal de resulterende C/N-verhouding op 12:1 of daarboven liggen. Enigerlei gerijpte compost rond de 12:1 zal steeds mooie gewassen laten GROEIEN. De werking daalt sterk als de C/N-verhouding toeneemt.

Omdat verse kippenmest schaars was, gebruikten de meeste tuiniersbedrijven van voor de 20<sup>ste</sup> eeuw op een blijkbaar onbeperkte voorziening van "korte mest", meestal van paarden. Het verschil tussen de "lange" en "korte" mest, lag in het ligstromateriaal. Lange mest bevatte stro van de stal, terwijl korte mest bestond uit de mest die op straat werd achtergelaten zonder iets anders er bij. Hopelijk had het stro van de lange mest evenveel urine geabsorbeerd. De mens uit die tijd kende de fijne dingen van de hooikwaliteit net zo goed als de tegenwoordige mens zijn benzine kent. Paarden waarvan men verwachtte dat ze hun dagelijkse werk deden werden gevoerd met gras of een gras-klavermengsel dat gemaaid en gedroogd werd op het moment dat ze een hoog proteïne gehalte hadden. Bladerig hooi werd hoog gewaardeerd, terwijl hooi dat bij nader onderzoek vele stengels en zadenkoppen bevatten door de verstandige koper afgewezen werd. De voedingswijze voor een werkend paard werd gesupplementeerd met een dagelijkse portie graan. Als gevolg daarvan, begon de ongecomposteerde verse mest waarschijnlijk met een C/N-verhouding van rond de 15 :1.

Tegenwoordig kan men maar beter niet meer daar van uit te gaan. De meeste paarden werken tegenwoordig niet meer dagelijks en zo is hun voer dus vaak erg arm. Als ik het stengelachtige te laat gemaaid hooi bekijk waarop de paarden hier in de buurt proberen te overleven, dan zal de C/N-verhouding van de ligstrovrije paardenmest waarschijnlijk rond de 20:1 liggen. Daarentegen is de verse mest van erg gezonde goed gevoerde renpaarden waarschijnlijk uitstekend.

Het gebruik van verse paardenmest in de grond gaf vele groenten een wrange smaak en geur, dus werd het eerst gecomposteerd door het eerst met wat grond te vermengen (dit is een goed idee, omdat anders een groot gedeelte van de ammoniak uit de hoop zal ontsnappen). Tuiniersbedrijven die veeleisende oogsten kweken zoals bloemkool en selderij, wenden gecomposteerde korte mest in een vele centimeter dikke laag op de grond aan. Minder voedingsstoffen vereisende oogsten zoals boontjes, sla, en wortels, volgen deze intensief bemestte groenten dan zonder verdere compost op.

Lange mestsoorten die veel stro bevatten, werden alleen als bruikbaar beschouwd voor de veldoogsten of voor de wortelgroenten. Verstandige boeren conserveerden de stikstof en composteerden snel een lange mest. Na het opwarmen en omzetten van de hoop, zou de resulterende C/N-verhouding waarschijnlijk wat lager dan de 20:1 hebben gelegen. Nadat het

in de grond gewerkt werd, liet men daar een korte tijd overheen gaan, zodat de bodem deze compost verteerde voordat men de zaden zaaide. Luiere boeren verspreidden ladingsgewijs de rauwe verse mest zoals die van het boerenerf afkwam, en werkten die in als het gehele veld bedekt was in de grond. Deze makkelijke methode liet veel stikstof in de vorm van ammoniakgas in de lucht vrijkomen omdat deze verse mest in de zon droogde. Commerciële groentekwekers hadden maar weinig toepassingsmogelijkheden voor lange mest.

Een belangrijke kwestie uit deze korte geschiedenisles is A.I.A.U.: Afval In, Afval Uit. De uiteindelijke compost heeft een C/N-verhouding die het resultaat is van de ingrediënten waaruit deze hoop werd opgebouwd. Groentekwekers zouden dit wijselijk moeten onthouden.

Iedereen die geïnteresseerd is om meer te leren over het pre-industriële bedrijfs tuinieren kan in de bibliotheek naar een boekje *French Gardening* vragen, door Thomas Smith, dat in 1905 in Londen uitgegeven werd. Dit fascinerende kleine boekje werd geschreven om de Britse tuiniersbedrijven te stimuleren de Parijse marciér na te bootsen die zeer vaardig winsten verkreeg door buiten het seizoen op intensief dubbel bewerkte bedden producten te kweken, vaak onder warm of koud glas. De Amerikaanse biologisch-dynamische Franse goeroes van onze tijd verkregen hun inspiratie over deze traditie uit Engeland.

Opmerking [\*1]:

### Het laten rijpen van de hoop.

De meest onfeilbaar 100%-zekere verbeteraar van de compostkwaliteit, is de tijdfactor. Het opbouwen van een hoop uit overwegend materialen met een lage C/N-verhouding resulteert uiteindelijk in krachtige compost (indien het nitraatverlies tot een minimum wordt gehouden). De C/N-verhouding van bijna iedere composthoop - - zelfs ook een die begint met een hoge C/N-verhouding - - zal zich uiteindelijk zelf lager maken. Het sleutelwoord hier is *uiteindelijk*. De meeste decompostering treedt op tijdens de eerste paar maal dat de composthoop omgeschept wordt als die nog warm is. Veel mensen zoals schrijvers van tuinboeken, denken vergissingsgewijs dat de compostering dan eindigt als de hoop afkoelt en als het materiaal niet langer op het oorspronkelijke lijkt waar de hoop uit werd opgebouwd. Maar dit is niet zo. Zo lang als de composthoop vochtig gehouden wordt en af en toe omgezet, zal die verder gaan met decomposteren. De termen zoals het "rijpen" van de hoop zijn omschrijvingen van wat er gebeurt als het opwarmen eens voorbij is.

Terwijl een hoop rijpt, predomineert er een andere ecologie aan micro-organismen in. Als de hoop 5 - 10 % aarde bevat en vochtig gehouden wordt, af en toe omgeschept wordt zodat die aerobisch blijft, en als die een compleet mineralen evenwicht heeft, dan kan er behoorlijk veel bacteriële stikstof aangemaakt worden.

De meeste tuiniers kennen de wortelknolletjes-bacteriën van de Leguminosa (peulvruchtachtigen). De rhizobia-bacteriën zoals ze genoemd worden, kunnen in korte tijd veel stikstofnitraat aanmaken. Deze bacteriën zijn tijdens warm weer vrijwel niet actief omdat de bodem zelf nitraten aanvoert uit de afbraak van organisch materiaal. De zomeroogsten van de leguminosa's zoals bepaalde erwten en bonen, zijn netto consumenten

van nitraten, en maken niet meer nitraten aan dan dat ze zelf kunnen gebruiken. Hou dit in gedachten als je in een willekeurig gekozen tuinboek of artikel leest over de voordelen van tussenbeplanting van de leguminosa tussen andere oogstgewassen, omdat die vermoedelijk nitraten zouden opwekken die hun buurplanten "helpen".

Maar in de lente of herfst, als de bodemtemperaturen lager worden, dan verlangzaamt de decompostering en de bacteriën kunnen dan 35 - 90 kilo nitraat per acre aanmaken. Erwtten, klavers, alfalfa, wikke, en fava-bonen kunnen allemaal in veel stikstofnitraat voorzien, en slimme boeren geven de voorkeur er aan om hun eigen stikstof te verbouwen via groenbemestende peulvruchten. Wijze boeren weten ook dat dit nitraat ondanks dat het in de wortelknolletjes wordt gemaakt, door de leguminosa zelf wordt gebruikt om bladeren en stengels te laten groeien. Dus moeten al de gehele leguminosaplanten in de grond worden gewerkt als men enigerlei verbeterend voordeel van de stikstof wil bewerkstelligen. Deze wijze praktijk vermeerderd gelijktijdig het organisch materiaal.

Rhizobia-bacteriën kunnen niet actief zijn in composthoopen, maar een ander soort bacteriën kan dat wel, de azo-bacteriën. Deze vrij levende bodembewoners maken ook stikstofnitraat. Hun bijdrage is potentieel niet zo groot als die van de rhizobia-bacteriën, maar er hoeven geen speciale voorzieningen gemaakt te worden om de azo-bacteriën aan te moedigen, anders dan een fatsoenlijk niveau humus aan te houden dat ze kunnen eten, een evenwichtige mineralenvoorziening die adequaat calcium includeert, en een pH van de bodem van tussen de 5,75 en 7,25. Een hoog opleverende oogst tarwe heeft 25-35 kilo nitraat per acre nodig. Maïs en de meeste groenten kunnen twee maal die hoeveelheid gebruiken. Azo-bacteriën kunnen voldoende voor tarwe maken, Alhoewel een gemiddelde nitraatbijdrage onder goede bodemomstandigheden meer op een 13,5 - 22,5 kilo per jaar uitkomt.

Als eens de composthoop afgekoeld is, zullen de azo-bacteriën profileren en behoorlijke hoeveelheden aanmaken en verlagen zo voortdurend de C/N-verhouding. En koolstof stopt nooit om verteerd te worden en verlaagt zo verder de C/N. De snelle fase van compostering kan binnen enkele maanden voorbij zijn, maar indien noodzakelijk kan men het rijpen vele maanden verder laten gaan.

Misschien kan men het beste de C/N-verhouding verlagen door ongerijpte compost aan de wormen te voeren, en daarbij een flinke compensatie aan de bodem toe te voegen. Als eens de hoge temperatuur van de decompostering de piek heeft bereikt en de hoop afkoelt, dan wordt die gewoonlijk flink bezet door rode wormen, dezelfde soort die gebruikt wordt voor het vermicomposteren van keukenafval. Deze wormen kunnen niet het hoge C/N-materiaal consumeren waarmee de hoop werd opgebouwd, maar na het opwarmen vermindert de gemiddelde C/N-verhouding waarschijnlijk voldoende om geschikt voor hun te zijn.

Het stadscomposteerbebedrijf van Fallbrook in Californië, maakt slim gebruik van deze methode om een kleinere hoeveelheid hoog kwaliteitsproduct te maken van een grotere hoeveelheid lage kwaliteitsmaterialen. Er wordt eerst een mengsel van rioolslak met vast stadsafval gedecomposeerd, en na het afkoelen wordt de half verteerde ruwere compost

van hoge C/N-verhouding in een dunne laag over de ruwe wormenbedden uitgespreid en vochtig gehouden. Er wordt pas meer ruwe compost aan toegevoegd als de wormen de afval consumeren, net zoals dit binnenshuis ook gedaan wordt in een wormenbak. De wormenbedden worden dan langzaam aan hoger, en het onderste deel daarvan bestaat uit puur uitscheidingsmateriaal, terwijl de wormenactiviteit zich dicht bij het oppervlakte plaatsvindt - - daar waar het voedsel beschikbaar is. Als de bedden tot ca. 90 cm hoog geworden zijn, wordt het ca. één decimeter dikke oppervlaktemateriaal waar de wormen en het onverteerde voedsel in zitten er van af gehaald en gebruikt om nieuwe vermicomposteringsbedden van te maken. De uitscheidingen die daar onder lagen worden beschouwd als rijpe compost. In laboratoriumanalyses bevatten deze uitscheidingen 3-4 maal zo veel stikstof als de oorspronkelijke ruwe compost die er aan de wormen werd gevoerd.

Het verschil tussen de ruwe gewone compost en de vermicompost wordt goed aangegeven door de verkoopschijfers. Zelfs ondanks dat Fallbrook omgeven is door grote landerijen met rijenogsten en citrusvruchten, is het voor de gemeente een probleem om van het normale ruwe compostproduct af te komen, alhoewel heerst er wel veel vraag naar hun vermicompostproduct.

### **De Indore-methode van Sir Albert Howard.**

De boeren en tuiniersbedrijven uit de 19<sup>de</sup> eeuw hadden veel praktische kennis over het gebruik van verse mest en het maken van compost m.b.t. de werking er van als meststof, maar er was tot in onze eeuw maar weinig bekend over het eigenlijke microbiële proces van het composteren. Toen er informatie beschikbaar kwam over de ecologie van het composteren, incorporeerde een briljant persoon - Sir Albert Howard - de nieuwe wetenschap van microbiologie in zijn composteren en leerde door geduldig te experimenteren hoe men superieure compost kon maken.

In de 1920er jaren was Howard in dienst van de regering op zijn onderzoeksboerderij in Indore, India. Omdat hij er vrijwillig met hart en ziel er voor werkte, liet hij Indore functioneren als een representatieve Indiase boerderij, en liet er al de oogsten groeien van de plaatselijke landbouw: katoen, suikerriet, en granen. De farm werd bewerkt door dezelfde runderen als de omliggende boerderijen. Het zou makkelijk voor Howard zijn geweest om betere oogsten te demonstreren door hoog technologisch te werkt te gaan via de chemische kunstmeststoffen of zadenmeelafval uit de oliepersing, en gebruik te maken van tractoren en nieuwe hoge oogst opleverende variëteiten te laten groeien die gebruik konden maken van de intensievere bodemvoedingsstoffen. Maar deze stoffen waren niet verkrijgbaar voor de gemiddelde Indiase boer en het was Howard's doel om uitstekende goede hulp aan zijn burens te geven door methodes te demonstreren die ze ook werkelijk makkelijk konden uitvoeren en gebruiken.

In het begin van zijn werk in Indore observeerde Howard dat de bodems van de districten aldaar fundamenteel wel vruchtbaar waren, maar dat ze laag in organisch materiaal en stikstof lagen. Dit gebrek bleek het gevolg te zijn van de traditionele verkwistende

omgangswijze met de verse mest en het landbouwafval. Dus begon Howard methodes te ontwikkelen om deze landbouwafvalproducten te decomposteren, en maakte voldoende mest om de hele boerderij vruchtbaar te bemesten. En al vlug verkreeg de Indore farm een record opbrengst oogst, en dat zonder enigerlei ziekte of insectenproblemen, en zonder kunstmest te kopen of commercieel zaad. Het was zelfs zo dat het vee dat er werkte en exclusief op het voer van Indore's musrijke grond gevoerd werd immuun werd voor allerlei soorten veeziektes. Hun stralende gezondheid werd benijd door het hele district.

Nog beduidender werd het toen Howard aantoonde dat deze methode niet alleen de stikstof van de veemest en landbouwafval liet behouden, maar ook het proces van de hele operatie deed stijgen tot een ecologische climax van een gemaximaliseerde gezondheid en productie. Het conserveren van de verse mest en de landbouwafval gaf de mogelijkheid om het organische materiaal in de bodem te verhogen waardoor het vrijkomen van de voedingsstoffen uit de steendeeltjes verhoogd werd, waardoor verder de productie van de biomassa verhoogd werd en wat hem weer de mogelijkheid gaf om meer compost te maken, etc., etc. Dat wat ik zo juist beschreef is niet verwonderlijk, het is in feite meer een variatie op de juiste manier van landbouwbewerking die sommige mensen al millennia lang wisten en uitvoerden.

Dat was echt revolutionair was, was dat zijn manier de netto opbrengst van de nitraten verhoogde. Met zachtmoedige bescheidenheid zei Howard dat deze compost superieur was aan wat dan maar ook dat er ooit van te voren bestond. De Indore farm had de volgende voordelen: Er ging geen beetje stikstof of organisch materiaal verloren door een verkeerde omgang met de afval van de landbouw: het humusniveau van de landbouwgrond nam toe, tot een maximaal behoudbaar nivo; *en de hoeveelheid stikstofnitraat van de uiteindelijke compost, lag hoger dan de totale hoeveelheid stikstof die er in de materialen zelf lag waaruit de hoop opgebouwd werd.* De Indore compost resulteerde in een toename van stikstofnitraat. Het compostbedrijf werd zo tevens een biologische nitraatfabriek

Howard publiceerde de details van zijn Indore methode in 1931 in een boekje dat " *The Waste Products of Agriculture*" heet. Dit veel gelezen boekje leverde hem veel uitnodigingen op om door het hele Engelse koninkrijk heen plantages te bezoeken, en bewoog de boeren om compost met de Indore methode te maken. Deze reizen, contacten, en een nieuw bewustzijn over de problemen van de Europese landbouw waren verantwoordelijk voor Howard's beslissing om een organische land- en tuinbouwbeweging op te richten.

Howard waarschuwde herhaaldelijk er voor dat men de goede resultaten van de compost niet zou verkrijgen als er ook maar een klein beetje aan de fundamentele principes werd veranderd. Dat was zijn standpunt in 1931. Maar omdat mensen zo verschillend zijn, bleek het niet mogelijk om altijd een technologie in omloop te brengen zonder dat elke gebruiker die probeerde te verbeteren en de eigen compost aan te passen aan hun eigen situatie. In 1940 werd de term "Indore Compost" een algemeen gebruikte benaming voor iedere soort compost die gemaakt werd in een hoop zonder gebruik te maken van een motorisch aangedreven machine.



Howard's bezorgdheid in 1931 was juist, bijna alle veranderingen van het oorspronkelijke Indore-systeem verminderde de waarde er van - - maar Howard bood in 1941 geen weerstand meer aan deze trend, omdat in dit tijdperk van chemische landbouw iedere willekeurige compost nog altijd beter was dan geen compost, en iedere terugkeer van humus altijd nog beter was dan geen humus.

Maar ik zelf denk nog steeds dat het goed is om eens terug te kijken naar de onderzoeksfarm van de 1920er jaren en nauwkeurig te bestuderen hoe de grote Sir Albert Howard ooit eens s'werelds beste compost maakte en de ideeën van deze grote man te onderzoeken voordat hij een kruisvarende ideoloog werd, tegen ieder gebruik van chemicaliën in de landbouw. Er zitten nog steeds vele waardevolle lessen in de "*Waste Products of Agriculture*".

Jammer genoeg is de wetenschapper en onderzoeker Albert Howard tegenwoordig praktisch onbekend, ondanks dat vele biologische tuiniers goed bekend zijn met zijn latere werk.

In Indore werden alle beschikbare plantaardige materialen gedecomposeerd inclusief de verse mest en het ligstro uit de veestal, oogstresten die niet gegeten werden, afgevalen bladeren en andere resten uit het bos, kruiden en groenbemesters die hij speciaal liet groeien voor het maken van compost. Alle urine uit de veestal in de vorm van de laag aarde die dit absorbeerde, en alle houtas van enigerlei afkomst van de boerderij werden daar ook bij geïncorporeerd. In het tropische klimaat ging het decomposteren het hele jaar door. Over het resultaat er van zei Howard:

"... ..het product is een fijne bladerenaarde met een hoge nitrificerende kracht, klaar voor direct gebruik [zonder tijdelijk de plantengroei te belemmeren]. De fijne losse staat er van geeft de mogelijkheid om deze compost vlug in de grond te brengen, en zo de maximale invloed er van over een erg groot gebied van de interne oppervlakte van de grond in te brengen.

Howard legde uit dat als men wilde dat de Indore methode betrouwbaar zou werken, dat men er op moest letten dat de koolstof-stikstofverhouding van het materiaal dat er in de hoop verwerkt werd altijd in hetzelfde bereik lag. Ieder keer dat er een nieuwe hoop werd opgebouwd, werden er dezelfde soorten oogstafval in gemengd met dezelfde hoeveelheden verse mest en urine-aarde. Net zoals in mijn analoog verhaal over het broodbakken, deed Howard zich ook moeite om de samenstelling van de opbouwmaterialen van de hoop precies te herhalen.

Ieder hardhoutachtige materiaal - - Howard noemde dit "weerspanning materiaal" - - moest grondig kleingemaakt worden voordat het gecomposteerd werd, anders zou de fermentatie niet krachtig, snel en uniform kunnen verlopen. Dit mechanische kleinmaken, werd op een slimme manier zonder machines volbracht door de stevigere oogstafval, het granenstro en de katoenstengels etc. over de weg van de boerderij uit te spreiden, zodat de

wielen van de karren en wagens en de hoeven van de runderen en ander voetverkeer dit openbraken en kleinmaakten.

De decompostering moet vlug en aerobisch zijn, maar ook niet al te aerobisch en ook niet al te warm. Het was eigenlijk de bedoeling dat de composthopen van Indore met opzet niet de hoogst mogelijke temperaturen bereikten. In de eerste opwarmingsfase lagen de temperaturen rond de 60 graden C. Na 2 weken als de eerste omzetting uitgevoerd werd, was de temperatuur gedaald tot ca. 55 graden, en zakte van af dat punt langzaam verder. Howard beperkte slim de luchttoevoer van de thermale massa zo, dat de "vuren van de decompostering" werden vast gehouden". Deze matiging was de sleutel om het verlies van stikstof tegen te gaan. Er werden voorzieningen gemaakt om de hopen zoals noodzakelijk te bewateren, ze verschillende malen om te zetten, en om een nieuw systeem van massale inoculatie met de juiste schimmels en bacteriën te gebruiken. Ik zal elk van deze onderwerpen nog in detail bespreken.

Howard was er verheugd over dat er geen stikstofverlies optrad, maar daarentegen er zelfs het tegenovergestelde gebeurde. Als eens de C/N-verhouding voldoende gedaald was, werd het materiaal direct in de grond gewerkt en met grond overdekt, waardoor de stikstofnitraat het beste gepreserveerd werd. Maar de bodem is niet in staat om twee werkzaamheden tegelijkertijd uit te voeren: Het kan niet tegelijkertijd ruw organisch materiaal verteren, en tegelijkertijd ook de humus nitrificeren. Dus moet men de compost geheel uit laten rijpen, en moet die geheel rijp zijn als die er in gewerkt werd, zo dat:

".....er geen wedstrijd kan optreden tussen de laatste stadiums van het vergaan van de compost, en het werk van de bodem om de oogst te laten groeien. Dit wordt volbracht door de vervaardiging van humus ongeveer naar het punt te leiden waar de nitrificatie begint. Op deze manier verdeelt het Chinese principe het laten groeien van de oogst in twee aparte processen die in de actuele landbouwpraktijk konden worden geïntroduceerd - -

(ten 1<sup>ste</sup>): de bereiding van de voedende compostmaterialen buiten het oogstveld om, en  
(ten 2<sup>de</sup>): de groei van de oogst zelf.

En omdat hij op een boerderij leefde, benadrukte Howard vooral dat het composteren hygiënisch en zonder of stank zou moeten verlopen, en dat men niet kon toestaan dat er zich vliegen in de decompostering voortplantten, of om het werkende vee heen. Het landleven kan zekerlijk vrij idyllisch zijn, zonder vliegen.

### **Het composteerbedrijf van Indore.**

Howard bouwde in Indore een overdekt composteergebouw waarvan de zijkanten open waren en dat overdekking bood aan lage putten die elk 9 meter lang en 4.20 m. breed en 60 cm diep waren, met schuin aflopende zijkanten. De putten lagen ver genoeg uit elkaar om er een kar tussen te laten rijden die van dan van alle kanten geladen kon worden, en ook voor een pijpleidingsysteem dat water naar elke put toe bracht. De materialen die gecomposteerd

moesten worden, werden alle naast het bedrijf bewaard. De runderen van Howard woonden comfortabel in het daar naast liggende gebouw.

Howard werd groot op een Engelse boerderij, en al van uit zijn kindertijd leerde hij hoe men het voor het vee comfortabel maakt. Dus werd de vloer van de veestal en de overdekkende uitloop buiten die daar aan vast gebouwd zat voor het welzijn van de hoeven van de dieren met een laagje aarde bedekt. Alle aarde waarvan de composteerputten werden gemaakt die er uit werd geschept, de bij elkaar geveegde stof van de dorsvloer en het slib van de irrigatiesloten werden kort bij de veestal bewaard en gebruikt om de urine van de lastdieren te absorberen. Deze grond werd ca. 15 cm dik in de veestallen en in de overdekte uitloop gelegd. Dan werd dit ca. 3 maal per jaar er uit geschraapt en geschept en weer vervangen door verse aarde. De met urine verzadigde aarde werd dan gedroogd en in een aparte omsloten ruimte bewaard om gebruikt te worden voor het maken van compost.

De aanwezigheid van deze aarde in de hoop was van essentieel belang. Daarbij zat de zwarte aarde van Indore vol met calcium en magnesium en ander plantenvoedingsstoffen. Deze fundamentele elementen voorkwamen het dat de hopen al te zuur te werden. Daarbij werd de aarde op unieke wijze in de hoop verwerkt dat deze alles afdekte zoals een jasje er omheen. De klei kan zeer goed ammoniak absorberen, en voorkomt het verlies van stikstof. Een kleilaag houdt ook het vocht vast. Zonder aarde "kan er nooit een gelijkmatige en sterke groei van schimmels worden verkregen". Howard zei daar over: "De schimmels zijn de stormtroepen van het decomposteerproces, en moeten worden voorzien met alle wapenuitrustingen die ze nodig hebben".

### **Oogstafval.**

De oogstresten werden beschermd tegen het vocht en vlak bij het composteerbedrijf droog bewaard. Groene plantenmateriaal liet men eerst enkele dagen in de zon verdorren. De stevigere meer weerstand biedende materialen werden op de wegen om de boerderij heen gelegd; die werden dan kleingemaakt door de karrenwielen en het voetverkeer voordat ze bewaard werden. Al deze vegetatievormen werden bij aankomst in dunne lagen gelegd, zodat de droge hopen grondig gemengd konden worden. Er werd zorg er voor gedragen het mengsel te preserven als het naar de compostputten werd gebracht door verticale stukken uit de hopen te snijden. Howard zei dat de gemiddelde C/N-verhouding van dit gemengde vegetatiemateriaal rond de 33:1 lag. Iedere composthoop die door het jaar heen gemaakt werd, werd gebouwd uit deze complexe samenstelling van vegetatiemateriaal dat dezelfde eigenschappen en dezelfde C/N-verhouding had.

De harde houtachtige materialen zoals suikerriet, gierststronken, houtschaafsel en papierresten kregen een speciale voorbereidende behandeling. Deze werden eerst in een lege compostput gelegd en met wat grond gemengd, en dan verder vochtig gehouden tot dat ze zacht waren, of ze werden enkele dagen lang in water geweekt, en dan met het ligstro van

het werkvee vermengd. Men ging zeer zorgvuldig om met het ligstro van het vee zodat men er zeker van zou zijn dat zich er geen vliegen zouden ontwikkelen.

### **Verse mest.**

Alhoewel de oogstresten en de urinehoudende aarde voor later gebruik droog kon worden bewaard, moest het sleutel ingrediënt van de Indorecompost - - nl. de verse mest - - absoluut vers gebruikt worden. Verse koemest bevat bacteriën van de pens van de koe die van essentieel belang zijn voor de vlugge decompostering van de cellulose en ander droog plantaardig materiaal, zonder de overvloedige aanwezigheid daarvan zou het composteren niet zo vlug inzetten en verder verlopen als dat het zou moeten.

### **Het vullen van de compostputten.**

Er werd alles aan gedaan om de put binnen een week tijd tot aan de rand te vullen. Als er niet voldoende materiaal was om een hele put binnen een week vol te maken dan werd er maar een deel van de put tot aan de rand gevuld. Om een goede doorluchting te garanderen deed men bij het vullen van de put alles er aan om het lopen over het materiaal te vermijden. Als er mengsels van mest en ligstro uit de veestal werden aangebracht, dan werden er dunne lagen van op de andere dunne lagen gemengde vegetatief materiaal gelegd van de droge reserves die naast het composteerbedrijf opgehoopt lagen. Elke laag werd grondig nat gemaakt met een slijkachtig klei dat gemaakt werd uit 3 ingrediënten: water, urinehoudende aarde, en actief decomposterend materiaal van een daarnaast gelegen compostput die ongeveer 2 weken eerder werd opgebouwd. Dit garandeerde dat ieder deeltje in de hoop vochtig was en bedekt was met stikstofrijke aarde en de micro-organismen voor de decompostering. Tegenwoordig zouden we dit "enting" of "inoculatie" noemen.

### **Putten versus hopen.**

India heeft twee hoofdzakelijke regentijden. Het grootste gedeelte van het jaar is het er warm en droog terwijl er van juni tot september moessonregens zijn. In die tijd valt er langdurig zo veel water neer dat de aarde geheel doorweekt wordt. Zelfs al liggen de putten onder een dak, dan zouden ze zich in deze periode toch nog met water vullen. Dus werd in de moessontijd de compost in lage hopen bovenop het grondoppervlakte opgezet. In verhouding tot de grote putten waren de afmetingen er van kleiner dan dat je zou verwachten: 2.10 m. aan de bovenkant, 2.40 onderaan, en niet hoger dan 60 cm hoog. Als de regentijd begon werd alle compost die er in de putten was als die omscheept werden, overgebracht in bovengrondse composthopen.

Howard volbracht meerdere dingen tegelijk door ondiepe putten te gebruiken of lage, maar erg brede hopen. Vooral ook werd zo de thermale massa verminderd zodat de temperaturen niet al te hoog werden tijdens het composteren. De putten waren beter dan de hopen omdat de luchtdoorstroming verder verminderd werd waardoor de fermentatie verlangzaamd werd, terwijl de ondiepte er van nog steeds voldoende doorluchting mogelijk maakte. Er waren voldoende overdekte putten om iedere week een nieuwe hoop te kunnen opzetten.

Temperature Range in Normal Pit			
Age in days	Temperature in °C		
3	63		
4	60		
6	58		
11	55		
12	53	Period in days for each fall of 5i C	
13	49	Temperature Range No. Of Days	
14	49	65°-60°	4
		60°-55°	7
	<i>First Turn</i>	55°-50°	1
18	49	50°-45°	25
20	51	45°-40°	2
22	48	40°-35°	44
24	47	35°-30°	14
29	46	Total	
		97 days	
	<i>Second Turn</i>		
37	49		
38	45		
40	40		
43	39		
57	39		

<i>Third Turn</i>		
61	41	
66	39	
76	38	
82	36	
90	33	

***Vertaling tekst in de tekening:***

Temperature range in normale pit - Temperatuurbereik in een normale put.

Age in days - Ouderdom in dagen

Temperature in Celcius - Temperatuur in graden Celsius

Period in days for each fall of 5 C. - Periode in dagen, voor iedere daling  
van 5 graden Celsius

**Temperature range - Temperatuurbereik**

**No. of days - Aantal dagen**

First turn - eerste omzetting (omscheppen)

Secund turn - tweede omzetting.

Third turn - derde omzetting.

### **Het opnieuw omscheppen van de hoop**

Dit omscheppen van de hoop werd 3 maal gedaan, nl. om een algehele grondige compostering te verzekeren, het vochtgehalte te herstellen en om in veel soorten microben te voorzien om het composteerproces naar de volgende fase te helpen.

Het volgende omzetten van de hoop werd na 16 dagen gedaan. Een tweede enting daarvan kwam via enkele karren vol met 30 dagen oude compost die uit een daarnaast gelegen put werd genomen, die dan dun over het oppervlakte van de put gestrooid werd die omgeschept zou worden. Vervolgens werd er de helft van de put met een mestvork uit geschept en boven op de andere helft geschept. Indien nodig werd er wat water aan toegevoegd om het vochtgehalte op peil te houden. Nu nam de compost de helft van de put in beslag, een ruimte van ca. 4.50 x 4.20 m., en ca. 90 cm. hoog, en stak zo ca. 30 cm. boven het grondoppervlakte uit.

Tijdens de moessonregens als de hopen werden gebruikt, werden de boven de grond liggende hopen ook geënt met vele bacteriën en dan omgeschept zodat het materiaal geheel gemengd werd, en net zoals we het tegenwoordig doen, werd het buitenste materiaal naar de binnenkant verplaatst en andersom.

Eén maand na het opzetten van de hoop of ca. 2 weken na de eerste keer dat die omgeschept werd, werd de put of hoop nog eens omgeschept. Er werd dan meer water er aan toegevoegd. Deze keer werd de gehele massa van de ene helft van de put naar de andere geschept en alles er aan gedaan om het materiaal luchtiger te maken terwijl het grondig gemengd werd. En enkele ladingen materiaal werden er uit genomen om er een 15 dagen oude put mee te enten.

Na nog een verdere maand later - oftewel ca. 2 maanden na het opbouwen van de hoop - werd de compost voor een derde keer omgeschept en liet men die rijpen. Deze keer werd het materiaal uit de put gehaald en boven op de aarde gelegd, zodat dit de luchtdoorstroming daarvan vermeerderde. In deze laatste fase zou er wel geen gevaar zijn om hoge temperaturen aan te moedigen, maar de toegenomen zuurstof vergemakkelijkte de aanmaak van stikstof. Tenslotte werd de inhoud van enkele putten bijeen gedaan om een hoop te vormen die niet hoger was dan 3 x 3 m. onderaan, en van boven 2.70 x 2.70 m., en niet meer dan 1.05 m. hoog. Wederom werd er wat water aan toegevoegd. Het rijpen zou ca. 1 maand duren. Howard's metingen toonden aan dat na een maand lang rijpen van de uiteindelijke compost, deze zonder uitstel gebruikt zou moeten worden, anders zou de kostbare stikstof verloren gaan. Maar onthoudt dat als men deze korte rijpingsperiode beschouwd, dat de hoop reeds zo krachtig was als dat deze maar kon worden, Howard's probleem bestond toen niet om de C/N-verhouding nog verder te verbeteren, maar uit het behoud van de stikstof.

### **De superieure waarde van de Indore Compost.**

Howard zei dat de uiteindelijke rijpe compost als die klaar was 2 maal zo hoog in stikstof lag dan gewone stal mest, en dat het zijn doel was om een compost met een C/N-verhouding van 10:1 te verkrijgen. Omdat hij daarmee verwees naar lange mest kunnen we aannemen dat de C/N-verhouding van een nieuwe hoop begon met 25:1

De C/N-verhouding van plantaardig materiaal dat door het hele jaar heen verzameld werd varieert erg. Jonge grassen en peulvruchten liggen erg hoog in stikstof, terwijl gedroogd stro van uitgegroeide planten een erg hoge C/N-verhouding heeft. Als er compost gemaakt wordt door lukraak gebruik van materialen net zoals ze beschikbaar komen, dan zullen de resultaten erg onregelmatig zijn. Howard probeerde compost te maken van individuele materialen zoals katoenresten, suikerrietafval, kruiden, verse groene zoete klaver, of de afval van de erwten uit het veld. Deze experimenten waren altijd teleurstellend. Zo mengde Howard wijselijk zijn vegetatieve materiaal, door eerst de groene plantenmaterialen in de zon te leggen en ze te laten verdorren, en ze weer om te draaien om zo de voortijdige decompostering er van te voorkomen, om vervolgens met grote zorg een

uniform mengsel van plantaardige soorten te preserveren toen hij zijn compostputten vol maakte. Deze methode kan door de thuistuinier ook nagedaan worden. Howard was verbaasd dat hij alle oogstafval die hij had kon laten composteren met maar de helft van de urineaarde en ca. een kwart van de rundermest die hij ter beschikking had. Maar verse mest en urineaarde waren wel van essentieel belang.

Tijdens de 1920er jaren kwam er een gepatenteerd proces op voor het maken van compost, namelijk een kunstmestsoort met de naam Adco, en Howard probeerde deze uit. Over het gebruik van deze kunstmest zei hij:

"Het zwakke punt van Adco is, dat het niets bewerkt om een van de grootste problemen van het composteren te voorkomen, namelijk de absorptie van vocht in de eerste beginfases". In het warme weer van India verloren de putten met Adco het vocht zo snel dat de fermentatie stopte. De temperatuur werd dan ongelijkmatig en daalde dan. Als er echter urineaarde en koeienmest werden gebruikt, werden de resten bedekt met een dunne colloïdale laag die niet alleen het vocht vasthield, maar die ook gecombineerde stikstof bevatte, zoals ook de mineralen die door de schimmels worden vereist. Deze laag maakte het mogelijk dat het vocht in het materiaal kon dringen en hielp de schimmels om zich daar te vestigen.

Een ander nadeel van Adco is dat als dit materiaal volgens de aanwijzingen werd gebruikt, dat de koolstof-stikstofverhouding (C/N) van het uiteindelijke product slechter was dan de ideale 10:1 verhouding. De stikstof gaat bijna zekerlijk al verloren voordat de oogst er gebruik van kan maken.

Verse koeienmest bevat verteringsenzymen en levende bacteriën die gespecialiseerd zijn in de decompostering van cellulose. Als men een regelmatige voorziening van deze materialen heeft, dan helpt dit om de decompostering zonder wachttijd meteen te laten beginnen. De aanvoer van grote hoeveelheden actieve micro-organismen via de enting met materiaal van uit een twee weken oude composthoop afkomstig hielp ook. De tweede enting van de hoop na twee weken, met materiaal van een 1-maand oude hoop, voorzag in een grote hoeveelheid van het soort organismen die vereist waren als de hoop begon af te koelen. Tuiniers die in de stad wonen en die geen verse mest kunnen krijgen, kunnen dit gebrek compenseren door Howards entingstechniek van de hoop na te bootsen door met kleinere hoeveelheden compost in een reeks naast elkaar staande vaten te beginnen, en bij iedere omzetting in ieder vat een beetje materiaal van het vat er naast er in te mengen. De passieve achtertuin compostcontainer doet dit automatisch na. Die bevat tegelijkertijd alle decomposteringsfases en ent het materiaal bovenaan door het contact met meer gedecomposeerd materiaal van onderen. Het gebruik van entingpreparaten in zulk een voortdurend compostmakend vat is onnodig.

Tuiniers uit de stad kunnen niet makkelijk aan urineaarde komen. En noch onwaarschijnlijker is het dat de Amerikaanse tuiniers die op het land leven met vee, zich zulk werk zullen aandoen. Onthoudt dat Howard de urineaarde voor 3 redenen gebruikte:

Ten eerste bevatte die veel stikstof, en verbeterde de beginnende C/N-verhouding van de hoop. Ten tweede is het spaarzaam. Meer dan de helft van het voedingsstoffengehalte



van het voedsel dat er door het vee passeert wordt uitgescheiden via de urine. Maar evenzo belangrijk was de aarde zelf van groot voordeel voor het proces. Daarover zei Howard:

"Daar [waar] er onvoldoende verse drek en urinearde voor het converteren van grote hoeveelheden plantaardige afval beschikbaar is, kan men aan het tekort tegemoet komen door het gebruik van (Eng.) sodanitraat .....Als er zulke kunstmeststoffen worden gebruikt dan zal het een groot voordeel zijn om gebruik van aarde te maken."

Ik ben er zeker van dat hij hetzelfde over het toevoegen van aarde zou hebben gezegd als hij kippenmest of organische concentraten zoals zadenmelen als verse mestvervangers van het vee zou hebben gebruikt.

Het behoud van de luchttoevoer is het moeilijkste onderdeel van het composteren. Allereerst moet het proces aerobisch blijven. Dat is een reden er voor dat composthopen die opgebouwd werden uit één soort materiaal mislukken omdat het materiaal graag vast op elkaar gaat pakken. Om de uitwisseling te vergemakkelijken werden de putten of hopen nooit meer dan 60 cm diep of hoog gemaakt. Daar waar de luchtdoorstroming onvoldoende was, (alhoewel nog steeds aerobisch) verlangzaamt die het vergaan van de massa niet alleen, maar wat erger is, is dat er een proces ontstaat dat 'denitrificatie' heet, waarin nitraten en ammoniak biologisch afgebroken worden tot gassen en zo voor altijd verloren gaan. Een te veel aan verse mest en urinearde kan ook interfereren met de luchtdoorstroming doordat de hoop te zwaar wordt, waardoor ook anaerobische situaties optreden. De tabel toont de denitrificatie die veroorzaakt wordt door onvoldoende luchtdoorstroming, vergeleken met een verandering van dit compostingsproces naar een biologische nitraatontwikkeling composteermethode met optimale luchtdoorstroming.

Het maken van de Indore compost in diepe en ondiepe putten.		
	Put van 1.20 m. diep	Put van 60
cm. diep.		
De hoeveelheid nat materiaal		
( in Eng. pond)	4500	4514
Totale stikstof (in Eng. pond) bij het begin	31,25	29,12
Totale stikstofverlies aan het eind	29,49	32,36
Verlies of winst aan stikstof (in Eng. pond)	-1,76	+ 3,24
Verlies of winst van stikstof (in %)	-6,1 %	+ 11,1 %

Tenslotte kunnen de moderne tuiniers een beperkingen van de temperatuur tijdens het composteren in beschouwing nemen. India heeft een erg warm klimaat, met het meeste deel van het hele jaar zachte warme nachten. Hopen van 2-3 hoog zullen een begintemperatuur van ca. 62 graden bereiken. De aanschaf van een thermometer met een lange stok er aan

vastgemaakt, en een beetje uitproberen, zal je voor jouw persoonlijke omgeving, klimaat met jouw gebruikte materialen de juiste en beste afmetingen aangeven die min of meer Howard's temperatuurspectrum nabootsen.

## Entingsmateriaal.

Howard's entingstechniek met grote hoeveelheden biologisch actief materiaal van oudere composthoopen versnelt de decompostering en geeft de juiste richting aan. Dit voorziet in vele nuttige soorten micro-organismen zodat die de ecologie van de hoop domineren voordat andere minder wenselijke soorten zich beduidend kunnen vestigen. Ik kan me echter niet voorstellen hoe de verkoop van dit entingmateriaal tot een business kan worden.

Maar stel je gewoon eens voor dat het enten van kleine hoeveelheden micro-organismen in een nieuwe hoop de allereerste decompostering zou kunnen versnellen en resulteren in een veel beter product, dan zou dat wel eens een business *kunnen* worden. Zulk een zienswijze is niet zonder voorgeschiedenis, omdat alle brouwers, wijnmakers en broodbakkers dit allemaal zo doen. En altijd al sinds het composteren voor de boeren en tuiniers van de 20<sup>ste</sup> eeuw interessant werd, waren er ondernemers die concocties van compoststarters samenstelden die waren bedoeld om in ons-hoeveelheden aan de kubieke meters toe te voegen.

Anders dan de enting die in Indore werd gebruikt bestaan deze entstoffen alleen maar uit een kleine populatie vergeleken met de micro-organismen die reeds in iedere hoop aanwezig zijn. In dat opzicht is het enten van compost geheel anders dan dat van bier, wijn of brood. In deze voedselproducten zitten er in het begin van de fermentatie maar weinig of geen micro-organismen. De entstof - - zo weinig als die maar kan bevatten - - introduceert er miljoenen malen meer wenselijke organismen in dan de reeds aanwezige wild voorkomende soorten die er reeds in aanwezig kunnen zijn.

Daarentegen zitten de materialen waaruit een nieuwe composthoop zal gaan bestaan, reeds vol met micro-organismen. Net als bij het maken van zuurkool is datgene wat nodig is aanwezig bij het begin. Het is onwaarschijnlijk dat een klein pakje entstof datgene er in brengt dat er sowieso niet inzit, en de complexe ecologie van de decompostering zal sowieso door zijn onvermijdelijke veranderingen heengaan omdat de aanwezigheid van micro-organismen er van beantwoordt aan de variaties in temperatuur, de luchtdoorstroming, de pH, etc etc.

Dit is een groot gebied van controverse waar ik het advies voor een expert voor zocht. Dit advies vond ik bij de autoriteit Clarence Golueke die in de eerste jaren van 1950 persoonlijk het snelle composteren onderzocht en ontwikkelde, en die toen daar op gebaseerd het stadscomposteersysteem heeft ontwikkeld. In de literatuurlijst staan 2 nuttige werken van Golueke.

Golueke heeft vergelijkende testen op alle soort compoststarters uitgevoerd, omdat er in zijn zakenwereld constant entrepreneurs bezig waren om entstoffen proberen te verkopen aan stadscomposteerbedrijven. Golueke zegt over die verkopers met een licht afkerige tint:

"De meeste beginnende ondernemers includeren enzymen als ze de ingrediënten van hun producten aanbieden. Het achtergrondverhaal van deze includering loopt parallel met de introductie van dezelfde bedoeling hebbende gevorderde versies van starters, te zijn "gevorderd" in termen van verhoogde capaciteit, bruikbaarheid en veelzijdigheid.

Zo waren in de vroege 1950er jaren toen ik aanwezig werd in de compostscène de starters primair van microbiële aard en de verwijzingen naar de daar in zittende microbenpopulaties waren maar erg vaag. De beschrijvingen over enzymen waren maar erg minnetjes. Toen de eerste ("pionier") onderzoekers formele en informele rapporten over microbiële populaties (actinomyceten) die door hun werden geobserveerd uitvaardigden, kregen ze ook een vermoeden van de rol die deze microbiële populaties in het composteerproces speelden. Deze vermoedens werden vaak begeleid door een gissen naar het aandeel van de rol die door enzymen werd gespeeld.

Samenvallend met de omstandigheden begonnen de verkopers van het startmateriaal te claimen dat hun producten de nieuw gerapporteerde microbiële groepen includeerden, zoals ook een hoop enzymen. Om de een of ander reden, trokken in die tijd de hormonen de aandacht, en zo werden de meeste startmaterialen vermoedelijk beladen met hormonen. Door de tijd heen verdwenen de hormonen weer van het toneel, terwijl aan de enzymen een evenredige parallel toegeschreven werd die overeen kwam aan de microbiële componenten.

Golueke werkte de methodes uit hoe men de starters kon testen, zodat die ieder willekeurig toevallig effect verwijderden en het resultaat van de starters conclusief demonstreerden. Onvermijdelijk en altijd weer opnieuw stelde hij vast dat er geen verschil lag tussen het wel of niet gebruiken van zulk een entingmateriaal, en hij zei daar over:

"Alhoewel anekdotische bijdrages van succes als gevolg van het gebruik van speciale entstoffen in de populaire media niet ongewoon zijn, ben ik toch ongekwatificeerde bijdrages van successen van ongekwatificeerde wetenschappelijke literatuur op het spoor gekomen. En wel is het zo dat als ik compost maak, dan gebruik ik een variatie van de entstof. Als ik een nieuwe hoop opzet, dan schraap ik daar waar de voorgaande composthoop stond af en toe enkele scheppen compost en grond weg en meng die bij de nieuwe. Ik denk niet dat het resultaat slechter zou zijn als ik dat niet zou doen."

## **Literatuurlijst.**

### **Over het composteren en het organisch materiaal in de bodem.**

1. *Workshop on the Role of Earthworms in the Stabilization of Organic Residues, Vol. I and II.* Door Mary Appelhof. Kalamazoo, Michigan: Beech Leaf Press of the Kalamazoo Nature Center, 1981. *Als er ooit een ernstig onderzoek werd gedaan over het volledige spectrum van het potentieel van de aardwormen om de Homo Sapiens te helpen, dan is dit het wel.* Volume II is het meest complete werk over de aardwormen dat er ooit werd samengesteld.
2. Appelhof, Mary. *Worms Eat My Garbage.* Kalamazoo, Michigan: Flower Press, 1982. Een klein ophelderend, makkelijk te lezen en geheel positief boekje, dat enthousiast stimuleert om te vermicomposteren.
3. Barrett, Dr. Thomas J. *Harnessing the Earthworm.* Boston: Wedgewood Press, 1959.
4. *The Biocycle Guide to the Art & Science of Composting.* Edited by the Staff of *Biocycle: Journal of Waste Recycling.* Emmaus, Pennsylvania: J.G. Press, 1991. The focus van dit boek ligt op de stadscompostering en andere industriële systemen. Alhoewel er "Emmaus" in gedrukt staat, is dit niet de Rodale organisatie, maar een groep die zich meer dan 10 jaar geleden afscheidde van de Rodale Press. In de staf zitten enkele oude *Organic Gardening and Farming* stafleden uit de 1970er jaren, zoals ook Gene Logdson and Jerome Goldstein. Een groot deel er van dat de biologie en ecologie van het composteren bespreekt werd geschreven door Clarence Golueke. Er staan artikels over het vermicomposteren in, anaerobic vertering en biogasificatie, en vele beschrijvingen van bestaande mogelijkheden.
5. Campbell, Stu. *Let It Rot!* Pownal, Vermont: Storey Communications, Inc., 1975. Naast mijn eigen boek, de beste nog in druk zijnde leidraad over het zelf thuis compost maken
6. Darwin, Charles R. *The Formation of Vegetable Mould through the Action of Worms with Observations on their Habits.* London: John Murray & Co., 1881
7. Dindal, Daniel L. *Ecology of Compost.* Syracuse, New York: N.Y. State Council of Environmental Advisors and SUNY College of Environmental Science and Forestry, 1972. Eigenlijk een klein boekje, maar erg nuttig.
8. Golueke, Clarence G., Ph.D. *Composting: A Study of the Process and its Principles.* Emmaus: Rodale Press, 1972. Golueke, beschrijft in een-derde zo vele "wetenschappelijke woorden" die drie maal zo lang zijn, net zo veel als ik mijn boek. Hij is America's onbetwiste autoriteit over het composteren.
9. Hopkins, Donald P. *Chemicals, Humus and the Soil.* Brooklyn: Chemical Publishing Company, 1948. Iedere ernstige tuinier zou Donald Hopkins' diepzinnige confronterende kritiek op Albert Howard's religieuze systeem moeten lezen. Dit boek sloopt het denkbeeld dat kunstmeststoffen intrinsiek schadelijk zouden zijn voor het bodemleven, terwijl het correct het vitale belang van de humus behandelt.

10. Hopp, Henry. *What Every Gardener Should Know About Earthworms*. Charlotte, Vermont: Garden Way Publishing Company, 1973. Hopp was een wereldbekende expert over de aardwormen.
11. Howard, Albert and Yeshwant D. Wad. *The Waste Products of Agriculture: Their Utilization as Humus*. London: Oxford University Press, 1931. Vele biologische tuiniers hebben Howard's "*An Agricultural Testament*" gelezen, maar bijna niemand heeft van dit boek gehoord. Het is de bron van mijn informatie over het originele Idore composteersysteem.
12. - - - - *An Agricultural Testament*. London & New York: Oxford University Press, 1940. Describes Howard's vroege kruistocht om de humus in het industriële boerderijleven terug te brengen.
13. - - - - *The Soil and Health*. New York: Devin Adair, 1947. Also published in London by Faber & Faber, titled *Farming and Gardening for Health or Disease*. De volledig ontwikkeld thema van Howard dat humus gezondheid voor de planten, dieren en mensen betekent.
14. Howard, Louise E. *The Earth's Green Carpet*. Emmaus: Rodale Press, 1947. Een vaak overzien boek van Howard's tweede vrouw. Dit is een klein boekje dat elegant, gepassioneerd, maar eenvoudig al de fundamentele denkbeelden van de biologische landbouwbeweging en tuinieren beschrijft. Zie ook het door haar geschreven "*Albert Howard in India*".
15. Kevan, D. Keith. *Soil Animals*. London: H. F. & G. Witherby Ltd., 1962. De dieren in de bodem, voor goed geschoolde lezers.
16. King, F.H. *Farmers of Forty Centuries or Permanent Agriculture in China, Korea and Japan*. Emmaus: Rodale Press, first published 1911. Wordt door de biologische beweging als een schat beschouwd vanwege de beschrijvingen erin over een duurzaam en succesvol landbouwsysteem dat geheel op het composteren is gebaseerd. Het is een mooi avontuurlijk boek.
17. Koepf, H.H., B.D. Petterson, and W. Shaumann. *Bio-Dynamic Agriculture: An Introduction*. Spring Valley, New York: Anthroposophic Press, 1976. Een goede introductie van zijn filosofisch / mystieke systeem van landbouwbewerking en tuinieren dat magische entstoffen voor de compost gebruikt.
18. Krasilnikov, N A. *Soil Microorganisms and Higher Plants*. Translated by Y.A. Halperin. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translations, 1961. Biologische tuiniers hebben er vele vage opvattingen over hoe humus de planten gezond maakt. Dit boek legt op wetenschappelijke wijze uit waarom organisch materiaal in de bodem de planten gezond maakt. Anders dan andere vertalingen uit het Russisch, is dit er een die wel makkelijk te lezen is.
19. Kühnelt, Wilhelm. *Soil Biology: with special reference to the animal kingdom*. East Lansing: Michigan State University Press, 1976. De biologische kennis van de dierkunde

van de bodem op universiteitsnivo. Maar toch een erg interessant boekje voor goed lezende leken die zich niet laten intimideren door Latijnse taxonomie.

20. Minnich, Jerry. *The Earthworm Book: How to Raise and Use Earthworms for Your Farm and Garden*. Emmaus: Rodale Press, 1977. Dit boek is een grondige en encyclopedische reis door het onderwerp heen.
21. Minnich, Jerry and Marjorie Hunt. *The Rodale Guide to Composting*. Emmaus, Pennsylvania: Rodale Press, 1979. Een erg complete beschrijving van zelf thuis compost te maken, zoals ook op de boerderij en in stad. Dit boek werd vele malen herschreven sinds de eerste druk er van, deze versie is de beste omdat die meer cohesie is en minder lijkt op de versie die momenteel in druk is. Het tijdschrift "*Organic Gardening and Farming*" was waarschijnlijk op zijn best, toen Minnich de senior uitgever er van was.
22. Oliver, George Sheffield. *Our Friend the Earthworm*. Library no. 26. Emmaus: Rodale Press, 1945. In de 1940er jaren publiceerde de Rodale Press een bibliotheekpamflet; dit is een er van.
23. Pfeiffer, E.E. *Biodynamic Farming and Gardening*. Spring Valley, New York: Anthroposophic Press, 1938.
24. Poincelot, R.P. *The Biochemistry and Methodology of Composting*. Vol. Bull. 727. Conn. Agric. Expt. Sta., 1972. Een rigoureuze maar leesbare terugblik op de wetenschappelijke literatuur en bekende gegevens over het composteren over 1972, waarin een uitgebreide literatuurlijst zit.
25. Russell, Sir E. John. *Soil Conditions and Plant Growth*. Eighth Ed., New York: Longmans, Green & Co., 1950. De beste bodemwetenschappelijke tekst die ik maar ken. Vermijdt best de recente herziene druk die onlangs gereviseerd werd door een comité van Engelse agronomen. Deze maakten Russel's boek groter en geloofwaardiger voor academici door het minder begrijpelijk voor gewone mensen met goede educatie en intelligentie door de introductie van onnodig rekenkundige schema's en hoogdravend saai gepraat. De menselijke kant ontbreekt er aan, zoals vooral ook de eenvoudige oorspronkelijke stellingen van Russell.
26. Schaller, Friedrich. *Soil Animals*. Ann Arbor: University of Michigan, 1968. De dierkunde van de bodem zonder uitgebreide wetenschappelijke achtergrond. Schaller was een leerling van Kühnelt.
27. Stout, Ruth. *Gardening Without Work: For the Aging, the Busy and the Indolent*. Old Greenwich, Connecticut: Devin Adair, 1961. De oorspronkelijke stelling van het tuinieren met mulch. Leuk te lezen. Haar leerling, Richard Clemence, schreef in de latere 1970er jaren enkele boeken die haar methode verder ontwikkelden.

## Het onderstaande kan interessant zijn voor de serieuze voedseltuinier.

Ik heb vaak veel meer van mijn eigen zelf ondernomen studies geleerd, dan van mijn formele educatie. Soms wordt ik enthousiast van een onderwerp en lees er gulzig over.

Toen ik in de eerste jaren van 1970 begon met het tuinieren verslond ik in de plaatselijke bibliotheek al vlug alles dat met "biologisch" was geëtiketteerd en begon met wat zich later uitwees als een tien jaars abonnement op het *Organic Farming Magazine*. De tuinboeken die ik in de 1980er jaren las hadden alle "biologisch" in de titel staan. Aan het eind van de jaren 1980 sloeg mijn interesse om naar wat academici 'de intellectuele historie van de radicale landbouwcultuur' kunnen noemen.

Ik herlas de stichters van de biologische land en tuinbouwbeweging weer opnieuw, en ontdekte dat sinds ik ze 15 jaar geleden daar voor gelezen had, ze alleen maar intelligenter geworden waren, net zoals Mark Twain's vader. Ik begon te begrijpen dat een reden er voor dat vele biologische tuiniers Albert Howard verkeerd begrepen was, dat hij in het Engels schreef, en niet in het Amerikaans. Ik merkte ook op dat er andere tradities van landbouwvernieuwingen waren en volgde die terug naar hun oorsprong. Dit onderzoek duurde meer dan 18 maanden van zware studie. Ik gaf de bibliotheekbeheerder echt veel werk.

Onderstaand enkele van de beste titels die ik tijdens dit onderzoek kon opduiken. Ik laat geen gelegenheid aan mijn lezers voorbijgaan om te ontdekken dat oudere boeken in een tijdperk werden geschreven voordat alle intellectuelen werden aangedaan met een levenslange ineenkrimpende onzekerheid, zoals die veroorzaakt wordt alsof een imaginaire kritische en babbelende collegeprofessor die over hun schouder kijkt.

De oudere boeken zijn vaak beter dan de nieuwere, vooral dan als je de soms er in voorkomende vergissing vergeeft. We ontdekken niet altijd nieuwere, betere en verbeterde boeken. Vaak laten we alles vervagen, en vergeten en verwarren we wat we ooit eens wisten wat helder en eenvoudig is. Vele van deze bijzondere oude boeken worden niet meer gedrukt en zijn niet meer verkrijgbaar bij de lokale bibliotheek, maar de interbibliothekaire leenmethode van de meeste bibliotheken kan je laten zien hoe makkelijk het toch nog is om deze en de meeste andere boeken te verkrijgen waar je in geïnteresseerd bent.

Albrecht, William A. *The Albrecht Papers, Vols 1 & 2*. Kansas City: Acres, USA 1975.

Albert Howard, Weston Price, Sir Robert McCarrison, en William Albrecht zijn de stichters van de tegenwoordige biologische landbouwbewegingen. Howard staat nog steeds bekend onder de biologische tuiniers dankzij de promoties van de Rodale organisatie, terwijl Price, McCarrison, en Albrecht in de vergetelheid zijn geraakt. Albrecht was in de 1930er jaren voorzitter van de bodemonderzoeksafdeling aan de Universiteit van Missouri. Zijn onwankelbare onderzoeken van de bodemvruchtbaarheid als de primaire oorzaak van gezondheid en ziekte werd door de academici en gevestigde interesses die het landbouwonderzoek in die tijd uitvoerden als incorrect beschouwd. Daarna schreef hij in de 1940er-1950er jaren overvloedig voor niet-wetenschappelijke tijdschriften en gaf lezingen aan boeren en medici. Albrecht wilde de chemische kunstmest als potentieel nuttig

beschouwen alhoewel hij niet dacht dat chemicaliën beter waren dan natuurlijke methodes. Deze kijk was echter onacceptabel voor J.L. Rodale die Albrecht's bijdrages negeerde.

Balfour, Lady Eve B. *The Living Soil*. London: Faber and Faber, 1943.

Lady Balfour was een van de sleutelfiguren in de stichting van de biologische land- en tuinbouwbeweging. Zij had een opmerkelijke intelligentie en begrip van de gezondheidswetenschap en van de beperkingen van haar eigen kennis. Door de boeken heen zal iedere ernstige tuinier haar willen ontmoeten. Lady Balfour bewees dat Woody Allen gelijk had met het eten van biologische bruine rijst; ze overleed onlangs aan het eind van haar 90er jaren, compus mentis tot aan het einde.

Borsodi, Ralph. *Flight from the City: An Experiment in Creative Living on the Land*. New York: Harper and Brothers, 1933.

Een warm en menselijk onthaal terug naar het land mens, wiens pittige kritiek van de industriële beschaving nog steeds van toepassing is. Borsodi legt uit hoe de productie van de belangrijkste dingen van het leven met technologie op kleine schaal leidt tot een grotere persoonlijke vrijheid en zekerheid. Zelf-gemaakt is onvermijdelijk efficiënter, goedkoper en van betere kwaliteit dan in massa geproduceerd. Lezers die geïnteresseerd raken in zijn unieke individualistische sociologie en politieke economie zullen ook van het andere boek van Borsodi kunnen genieten *This Ugly Civilization* en *The Distribution Age*.

Brady, Nyle C. *The Nature and Properties of Soils*, Eighth Edition. New York: Macmillan, 1974.

Alhoewel er vele publicaties zijn, is dit nog steeds de standaard tekst over de bodem in Amerikaanse landbouwcolleges. Iedere serieuze tuinier zou moeten proberen om elke paar jaar deze encyclopedie over bodemkennis te lezen. Zie ook Foth, Henry D. *Fundamentals of Soil Science*.