

Kringloop-Bodem-Plant-Dier

Het zal je niet ontgaan zijn: mineralen en de kringloop van mineralen zijn voortdurend in het nieuws. Stikstof en fosfaat spannen de kroon, maar voor een goed begrip is integrale kennis over belangrijke mineralen en sporenelementen en hun rol in de kringloop bodem-plant-dier in landbouw en natuur noodzakelijk om belangrijke verbanden te zien en te erkennen.



Afbeelding 1: links bovenin gangbaar graslandperceel, rechts bovenin een biologisch akkerbouwperceel

Belangrijke mineralen en sporenelementen in de bodem en hun rol in planten en dieren.

Omdat niet voor iedereen duidelijk is welke rol verschillende elementen spelen in de bodem, in de plant en in dierlijke organismen is tabel 1 opgesteld met informatie uit (oude) bodemkunde boeken en publicaties van CVB, Eurofins, Louis Bolk Instituut, NMI en WUR. Het zijn de elementen waarmee een boer, of hij/zij nu biologisch of gangbaar boert, bij het opstellen van een bemestingsplan rekening houdt.

(*)

Tabel 1: Belangrijke mineralen en sporenelementen in de bodem en hun rol in planten en dieren.

Elementen bodem	Rol in de plant	Rol in dier (ook dierlijke organismen in de bodem)
N = stikstof	Eiwit (groei), enzymen	Eiwit (bron van aminozuren voor groei en herstel van weefsel), enzymen
P = fosfor	Energiedrager, bouwsteen van DNA: wortelontwikkeling	Energiedrager (ATP), bouwsteen van DNA, botten (let ook op rol vitamine D), activiteit pensmicroben bij herkauwers
K en Na = kalium en natrium	Sapstroom in de plant, droogteresistentie, stofwisseling, groei	Vochthuishouding in het lichaam, zuur-base evenwicht, enzymen energiestofwisseling, prikkeloverdracht
Ca = calcium (**)	Stevigheid van de celwanden, kwaliteit	Botten, prikkeloverdracht spier-zenuw, hormonen, stolling, pH regulatie bloed (let ook op de rol van vitamine D)
Mg = magnesium (**)	Bouwsteen van bladgroen, rol in assimilatie/fotosynthese	Botten, prikkeloverdracht spier-zenuw, activatie van enzymen, productie van PTH => Ca stofwisseling
S = zwavel	Eiwitkwaliteit: zwavelhoudende aminozuren, de essentiële aminozuren	Eiwit als bouwsteen voor groei, ontwikkeling en lichaamsonderhoud, thiamine (B vitamine), insuline
Cu = koper	Plantontwikkeling/groei, vruchtzetting	Aanmaak rode bloedcellen, pigment, activatie enzymen, skeletontwikkeling, voortplanting
Zn = zink	Enzymen, groeistof (Auxine), bladgroen, weerstand	Enzymen, botten, huid, haren, weerstand
Co = kobalt	Onderdeel van enzymen en co-enzymen, onderdeel vitamine B12	Penswerking, vitamine B12, onderdeel enzymen, co-enzymen
Se = selenium	Antioxidant, stress tolerantie, zoals bij droogte.	Antioxidant via enzym glutathionperoxidase (Gsh-Px), rol in jodiumstofwisseling (schildklier)
Fe = ijzer	Enzymen, bladgroen	Rode bloedcellen, aanmaak afweerstoffen

(*) Er zijn natuurlijk nog veel meer sporenelementen, wel 40, die vanuit de bodem een rol spelen in de groei van planten en via die planten of toevoegingen aan de voeding een bijdrage leveren aan groei, ontwikkeling, onderhoud en weerbaarheid van dieren. Door bemesting van gewassen met dierlijke mest voeg je die sporenelementen in de regel in voldoende toe. Een andere mogelijkheid is bladbemesting.

(**) Calcium en magnesium spelen in de bodem een belangrijke rol voor de fysische structuur. Die wordt o.a. bepaald door de pH en de verhouding van calcium en magnesium aan het klei-humuscomplex.

pH van de bodem en de accu van de bodem.

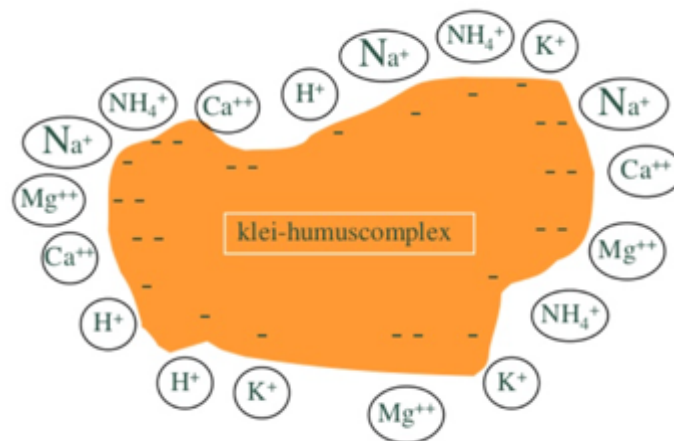
1. De pH wordt bepaald door de kalktoestand: calcium buffert H⁺ (de zure component in de bodem). In een te zure bodem is de opneembaarheid van mineralen en sporenelementen door de plantenwortels veel slechter dan in een bodem met een hogere pH (niveau afhankelijk van de grondsoort). Zie tabel 2.

Tabel 2: pH van de bodem (X-as) afgezet tegen de opneembaarheid van belangrijke mineralen en sporenelementen (Y-as). Bron NMI.



2. Het klei-humuscomplex is de **accu van de bodem**. Het bestaat in de basis uit negatief geladen klei-, leem- en/of humusdeeltjes. Allerlei positief geladen elementen (kationen) zitten daaraan vast. Zie figuur 2.

Figuur 2: schematische voorstelling van het klei-humuscomplex (negatief geladen) en de bezetting met positief geladen elementen (kationen).



De verhouding van calcium en magnesium aan het klei-humuscomplex is belangrijk voor de structuur van de bodem: een bodem met tekort aan calcium en overmaat magnesium heeft een slechte structuur, waardoor een plant minder diep kan wortelen. Ook is er minder ruimte voor water (vochtbergend vermogen) en dat beïnvloedt weer de oplosbaarheid van de elementen aan het klei-humuscomplex en dus de opneembaarheid door de plantenwortel. Voor de liefhebbers: nadere informatie over achtergrond kleihumuscomplex (de accu van de bodem): https://www.eurofins-agro.com/uploads/downloads/Bemesting/EA_2p_CEC_NL_LR.pdf.

Nog meer hoofdelementen.

Drie hoofdelementen of combinaties daarvan ontbreken in tabel 1:

C = koolstof, de basis van organische stof in de bodem,

H = waterstof, als H⁺ verantwoordelijk voor bodemverzuring

O₂ = zuurstof, basis voor het aerobe (zuurstofminnende) bodemleven.

CO₂ = koolzuurgas: in de lucht is het de basis van de fotosynthese, maar ook een broeikasgas

H₂O = water, zorgt dat voedingsstoffen in de bodem in oplossing komen en opneembaar zijn voor bodemleven en plantenwortels.

Bodemleven, een adembenemend onderdeel van de bodem.

Het wekt verwondering hoe het systeem werkt en in elkaar grijpt. Een vruchtbare bodem bevat in de bouwvoor, zeg maar gemiddeld de bovenste 25 cm, per hectare:

- 10.080 kg bacteriën en actinomyceten (dradenvormende zuurstof-minnende bacteriën)
- 10.000 kg schimmels
- 379 kg protozoën (eencellige organismen)
- 50 kg nematoden (aaltjes)
- 6, 5 kg springstaarten
- 4, 4 kg mijten
- 67 kg duizendpoten, insecten en spinnen
- 4000 kg regenwormen
- 1 kg mollen

Dit bodemleven is onderdeel van het bodem-voedselweb en biedt een enorme biodiversiteit (verscheidenheid aan leven). Het is eten en gegeten worden en poep van de één is in de bodem voeding voor de ander en voor planten. Bovendien is er een versterkende samenwerking (symbiose) op onderdelen. Zo zijn de draden van schimmels en actinomyceten heel belangrijk voor het contact tussen plantenwortel en gronddeeltjes. Ze helpen bij de opname van voedingsstoffen. De restproducten vormen een belangrijke voedingsbron voor de gewassen en het geheel van het bodem-voedselweb vergroot de weerbaarheid tegen plantenziekten.

Het grootste deel van het bodemleven bestaat uit zuurstof-minnende organismen. Vandaar dat de losse sponsstructuur van de bodem, waarin lucht en water gemakkelijk vastgehouden worden, zo belangrijk is voor een goede bodem met een actief bodemleven.

CO₂ vastlegging

Plantengroei leidt tot koolstofvastlegging. Door fotosynthese wordt CO₂ in de plant vastgelegd in blad, stengel en wortel. Een paar voorbeelden:

1. **Goed grasland** levert jaarlijks 11000 kg droge stof gras. Voor elke kg droge stof wordt 2 kg koolzuurgas (CO₂) vastgelegd, 11000 kg in het gras en 11000 kg in het wortelstelsel. In blijvend grasland ligt 135 ton koolstof per ha opgeslagen.
2. **Een hectare suikerbieten** legt in één seizoen in bieten en blad 38000 kg CO₂ vast. Op een gemiddeld akkerbouwperceel ligt 98 ton koolstof per ha opgeslagen.
3. **In een bosperceel** is 177 ton koolstof opgeslagen, 88 ton in de bodem en 89 ton in bomen, struiken en dood hout.

De koolstof in de bodem is opgeslagen als organische stof, deels in stabiele organische stof (humus) en deels in afbreekbare organische stof: door afbraak (zuurstofafhankelijk) komen door mineralisatie voedingsstoffen voor de plant beschikbaar. Stikstof is nodig voor de opbouw van organische stof in de bodem. Een goed werkende bodem levert veel voedingsstoffen, maar er komt ook CO₂ bij vrij. Niets menselijks is bodemleven vreemd....

Waterbergend vermogen

Een bodem met een mooie kruimelige structuur met voldoende organische stof (koolstof, opgeslagen in stabiele organische stof (humus)) is zuurstofhoudend en heeft waterbergend en water leverend vermogen. Vergeleken met een verdichte bodem (o.a. door zware machines) is zo'n bodem enorm in het voordeel. Er worden door mineralisatie voedingsstoffen geleverd en aanwezig water zorgt voor de

oplossing van de voedingsstoffen die door bodemleven en plantenwortel opgenomen kunnen worden. Dit levert een stabiel ecosysteem waarin de kringloop van de stoffen centraal staat en bodem(leven) en plantenwortels weerbaar zijn.

Eenzijdige focus: niet klaar!

Wat tabel 1 laat zien dat meerdere elementen een belangrijke rol spelen in de plant, maar ook in dierlijke organismen, inclusief de mens. Een eenzijdige focus is dus uit den boze. Een balans tussen de beschikbare elementen in de bodem en de opname door het bodemleven en door plantenwortels is onmisbaar voor een goede voeding van dieren die het bodemleven en de planten en als voedsel gebruiken.

Planten die op zo'n bodem groeien hebben een betere voedingswaarde met balans in eiwit, energie, vitaminen, mineralen en sporenelementen. Deze planten zijn geschikt om met geringe bewerking als voeding te dienen, resulterend in goede basisproducten voor een gezonde voeding van dier en mens.

Maar in de natuur is het niet anders: de kwaliteit van bodem, flora en fauna staan nauw met elkaar in verband.

In de landbouw hebben we evenwicht nodig. Wat er aan mineralen en sporenelementen met de gewassen van het land afgevoerd wordt moet met dierlijke mest in de vorm van groenbemesters (waaronder vlinderbloemigen), gezonde drijfmest (C/N verhouding 9-10), gescheiden mest (dunne en dikke fractie en digestaat uit monovergisting), stalmest of organische mest (compost of bokashi) teruggebracht worden op het land. Kunstmest of kunstmestvervangers worden in de gangbare landbouw corrigerend gebruikt. Een efficiënt gebruik met een laag stikstof- en fosfaatbodemoverschot is noodzaak: milieutechnisch en economisch.

Opwarming van de aarde

Tenslotte nog twee belangrijke gevolgen van de opwarming van de aarde die invloed hebben op landbouw en op natuur. Vreemd genoeg sneeuwt dit onder in de huidige discussies,

1. Door het gebruik van fossiele brandstoffen is de **CO₂ concentratie in de lucht** met een factor 1,3-1,5 verhoogd ten opzichte van het begin van de vorige eeuw. Dat betekent dat de fotosynthese toeneemt: planten groeien in aanwezigheid van hiervoor genoemde elementen beter. De aarde wordt groener.
2. Een ander fenomeen is dat we door de hogere concentratie broeikasgassen minder strenge winters kennen. **In strenge winters lagen de bodemprocessen een aantal maanden per jaar stil**, in onze tijd is dat veel minder het geval en gaat de mineralisatie van organische stof in de bodem het hele jaar door. Dat heeft consequenties: de bodem levert meer voedingsstoffen en het groeiseizoen wordt langer.

Afsluitende stellingen.

1. Landbouwgrond is een belangrijk reservoir voor de opslag van CO₂ en draagt bij aan de oplossing van het klimaatprobleem. Stikstof is nodig voor de opbouw van organische stof in de bodem.
2. Landbouwgrond is onmisbaar voor de productie van genoeg, gezond voedsel voor 18 miljoen Nederlanders. Gewassen hebben stikstof nodig als meststof voor de groei.
3. Nederlandse landbouwkennis en export van producten en kennis zijn essentieel op de huidige 8 miljard wereldbewoners te voeden en hongersnood te voorkomen.
4. Stikstof is niet de enige oorzaak van de achteruitgang van de natuur. Zure regen uit het eind van de vorige eeuw heeft veel schade toegebracht aan bossen en natuurgebieden. De bodem is (nog steeds) niet gerepareerd.

Sleen,

december 2022,

Gerrit Hegen

hegengerrit@gmail.com

www.deboerenveearts.nl