

Het onderzoek naar de beworteling der landbouw- gewassen.

BIBLIOTHEEK

INSTITUUT VOOR

BODENVRUCHTBAARHEID

GRONINGEN

Door
Dr. M. A. J. GOEDEWAAGEN,
(Rijkslandbouwproefstation, Groningen).

S E P A R A A T

No. 14263

Het wortelstelsel van een plant is opgebouwd uit een groot aantal wortels, die alle in meerdere of mindere mate deelnemen aan de opname van water en voedingszouten.

De totale water- en zoutopname van een wortelstelsel wordt enerzijds bepaald door het aantal wortels, anderzijds door de activiteit, die de wortels bij de water- en zoutopname aan den dag leggen. De ontwikkeling en de activiteit van een wortelstelsel gaan — zooals wij in ons vorig artikel in dit blad ¹⁾ reeds vermeldden — niet parallel, doordat zij ongelijk op de omstandigheden in den grond reageren.

Zoo werd dezen zomer bij rogge, op eschgrond te Oudemolen een veel dichtere beworteling door ons waargenomen dan op zavelgrond te Eenrum, hoewel de rogge in beide gevallen een bevredigenden stand vertoonde en in hetzelfde stadium van ontwikkeling verkeerde. Op de zavel was het wortelbeeld zoo ijl, dat wij daaruit een gebrekkige zoutopname geconcludeerd zouden hebben, indien niet de stand van het gewas het tegendeel had bewezen. De veronderstelling ligt voor de hand, dat het armoedige wortelstelsel op de zavel veel actiever aan de zoutopname heeft deelgenomen dan het veel dichtere wortelstelsel op den eschgrond.

In het vorige artikel kwamen wij aan de hand van andere praktijkgevallen reeds tot het besluit, dat onze kennis omtrent de wortelactiviteit nog te wenschen overlaat. Toch zijn er zoowel hier te lande als in het buitenland reeds tal van proeven genomen, die op dit vraagstuk hun licht hebben laten schijnen. Wij meenden goed te doen, hieronder enkele resultaten te vermelden, die langs dezen weg zijn verkregen.

Verleden zomer werd op het Rijkslandbouwproefstation te Groningen een tarwecultuur in betonnen buizen aangezet met het doel den invloed van een bemesting met stikstof, fosforzuur en kali op de ontwikkeling en de activiteit van het wortelstelsel na te gaan. De meststoffen werden gelijkmatig op den grond uitgestrooid en daarna ingeharkt. Met de hoeveelheid toegediende stikstof en fosforzuur bleek het aantal wortels toe te nemen om bij de zwaardere bemestingen weer af te nemen. De zoutopname per gram wortels, die als een maat voor de wortelactiviteit kan worden beschouwd, nam echter over de geheele linie met de bemesting toe en wel dermate, dat de totale zoutopname ook bij de zwaardere bemestingen ondanks de afname

¹⁾ Zie Groninger Landbouwblad van 23 Juli l.l.

der wortelmasa een duidelijke stijging onderging. Met stijgende kali-bemesting nam de wortelactiviteit eveneens toe, doch overigens waren de verschijnselen hier minder frappant, doordat de aangewende grond minder behoefte had aan kali dan aan stikstof en fosforzuur. Opmerkelijk was ook, dat er tengevolge van de bemesting met stikstof resp. fosforzuur meer wortels in den ondergrond waren doorgedrongen. Dat de kunstmest in den bovengrond niet alleen den wortelgroei in de bouwvoor, doch ook dien in den voedselarmen ondergrond bevordert, was reeds jaren bekend. De vraag bleef echter nog bestaan, welke meststoffen voor dit verschijnsel aansprakelijk zijn. Thans is gebleken, dat stikstof en fosforzuur bij granen den „diepgang” van het wortelstelsel bevorderen, terwijl de rol van de kali nog onzeker is. Het wortelstelsel geeft dus hier een plausible verklaring van de in de praktijk reeds lang opgedane ervaring, dat de gewassen op vruchtbare gronden beter tegen droogte bestand zijn dan de onvruchtbare gronden. Alles bij elkaar genomen, kan gezegd worden, dat het gunstige effect der bemesting op den groei der graangewassen in de eerste plaats berust op de activiteitsvermeerdering van het wortelstelsel, waardoor meer voedingszouten worden opgenomen en de koolzuurassimilatie stijgt, anderzijds op den krachtigeren groei der wortels in den ondergrond met als gevolg een betere wateropname, hetgeen vooral in tijden van droogte bevorderlijk kan zijn voor den groei der gewassen.

Het effect der bemesting is echter niet alleen afhankelijk van de grootte der mestgift, doch ook van de wijze, waarop de mest in den grond wordt verdeeld. Worden de zouten ongelijkmatig uitgestrooid, dan bestaat het gevaar, dat de wortels der jonge planten hiermee te laat of in het geheel niet in aanraking komen. Bij proeven met haver op fosforzuurarmen grond werd door ons waargenomen, dat deze planten het fosfaat niet meer konden bereiken, wanneer zij in horizontale richting 30 cm. of meer van deze meststof waren verwijderd. Zelfs wanneer de afstand tusschen plant en fosfaat slechts 10 cm. bedroeg, ontstond er direct na de kieming een achterstand in groei, die naderhand niet meer werd ingehaald. Hierbij dient echter opgemerkt te worden, dat de diverse gewassen zeer ongelijk op deze situatie reageeren naar gelang van den bouw van hun wortelstelsel.

Er wordt wel eens gedacht, dat de verdeling van de kunstmest in den grond een zaak van ondergeschikt belang is, omdat de wortels in staat zouden zijn om zelfs de moeilijk oplosbare mestzouten op het spoor te komen. Deze opvatting berust louter op fantasie. In werkelijkheid kunnen de wortels zich pas naar de mestzouten richten, wanneer zij in het diffusieveld dezer zouten terecht komen. Moeilijk oplosbare meststoffen zooals kalk en twee- of driebasische fosfaten oefenen dan ook een geringe „aantrekkingskracht” op de wortels uit. In dat geval wordt de groeirichting der wortels uitsluitend door andere factoren bepaald, zoodat het meer een kwestie van toeval is,

of de wortels met de kalk of met de fosfaten in aanraking komen. Een zich richten der wortels naar de meststoffen komt voor, wanneer deze gemakkelijk oplossen. Toch treedt dit verschijnsel in den grond minder op den voorgrond dan men wel eens denkt, doordat ook deze meststoffen zich doorgaans traag in horizontale richting verplaatsen. *De door ons waargenomen wortelbeelden hebben ons de overtuiging gegeven, dat het van belang is den mest zoo gelijkmatig mogelijk uit te strooien, vooral op gronden, die arm zijn aan voedingszouten.*

Dit wil echter niet zeggen, dat een gelijkmatige verdeling van den mest onder alle omstandigheden een grootere opbrengst zal geven dan een *meer plaatselijk aangebrachte bemesting*. Indien voldaan is aan de voorwaarde, dat de wortels der jonge planten de meststoffen spoedig kunnen bereiken, dan kan een plaatselijke bemesting zelfs voordeelen hebben boven een meer gelijkmatige verdeling. Wel heeft een plaatselijke bemesting voor het gewas het nadeel, dat er minder wortels met den mest in aanraking komen, doch de plant reageert op deze ongunstige omstandigheid door de activiteit van deze wortels te verhoogen. Er treedt dan een zekere compensatie op in de zoutopname, die echter in onze proeven onvoldoende was om geheel in de zoutbehoefte der planten te voorzien. Wanneer echter de mest in bepaalde lagen wordt *geconcentreerd*, dan kunnen de wortels profiteren van de concentratiestijging, die het bodemvocht in deze lagen ondergaat. Hierdoor en door de zoeven genoemde compensatie kan de wortelactiviteit in deze lagen dermate stijgen, dat er in totaal meer voedingszouten door de plant worden opgenomen dan wanneer de mest gelijkmatig over een grooter bodemvolume wordt verdeeld. *Dit verklaart, hoe het komt, dat men bij landbouwkundige proeven in Amerika met een bemesting in de zaarijen vaak een grootere opbrengst heeft verkregen dan wanneer de mest breedwerpig werd uitgestrooid.*

Wij hebben ook eenige proeven genomen over den invloed der *kalkbemesting* en van de verdeling der kalk in den grond op de ontwikkeling en de activiteit van het wortelstelsel. Hierbij werd gevonden, dat kalk de vertakking der wortels bevordert en meer fijne worteltjes doet ontstaan, terwijl onafhankelijk daarvan ook de opname van stikstof, fosforzuur en kali per gram wortels wordt verhoogd. Een gelijkmatige verdeling van de kalk in den grond heeft voor het gewas het voordeel, dat een groot aantal wortels van den gunstigen invloed der kalk kan profiteren. Toch wordt met een ideale verdeling niet altijd de hoogste opbrengst verkregen. Is de kalk plaatselijk in hoopjes geconcentreerd, dan stijgt de pH in en rondom deze hoopjes meer dan wanneer de kalk over een grooter volume grond gelijkmatig is verdeeld. In het eerste geval wisselen plaatsen met hooge en lage pH elkaar af. Voor gewassen, die een hooge pH prefereren, kan dit het voordeel hebben, dat de wortelactiviteit rondom de kalkhoopjes dermate stijgt, dat er in totaal meer voedingszouten worden opgenomen dan bij een gelijkmatige verdeling van de kalk het geval is. Gewassen,

die het best groeien bij een middelmatige pH, zijn in dat geval meer gebaat met een gelijkmatige verdeling van de kalk.

Over den invloed van het vochtgehalte van den grond op de beworteling zijn op het Instituut voor Plantenveredeling door Dr. Boonstra proeven genomen met erwten. Er werd gevonden, dat bij toename van de hoeveelheid vocht in den grond niet alleen meer water doch ook meer voedingszouten per gram wortels werden opgenomen. Omgekeerd kan dus gezegd worden, dat bij uitdroging van den grond het bemestings-effect daalt.

Een belangrijke voorwaarde voor den wortelgroei is ook de aanwezigheid van zuurstof. In Amerika heeft men gevonden, dat de opname van water en voedingszouten door zuurstof wordt bevorderd. Door gebrek aan zuurstof worden de wortels dus niet alleen in hun groei geremd doch ook in hun vermogen om water en voedingszouten aan den grond te onttrekken. De werking der zuurstof komt dus in zooverre met die van het bodenwater overeen, dat beide de wateropname der plant wortels bevorderen en het bemestingseffect verhoogen. Een overmaat van water in den grond heeft echter voor het gewas het nadeel, dat er dan in den regel te weinig zuurstof voor de wortels beschikbaar is. Hieruit volgt dus het grootte belang van een goede lucht-waterverhouding d. i. van een goede bodemstructuur voor den groei der gewassen.

Ten nauwste hangt hier de vraag mee samen, wat de beste grondwaterstand is voor onze gewassen. Of een gewas een hoogen grondwaterstand verdragen kan dan wel of het een lagere waterstand vordert, houdt voor een groot deel verband met de zuurstofbehoefte van het wortelstelsel. In Ned. Indië werd door Dr. Ir. Coster vastgesteld, dat diverse plantensoorten niet even gevoelig zijn voor zuurstofgebrek en dat planten, die met weinig zuurstof in den grond konden volstaan, het best op drassige gronden gedijden. De ongevoeligheid voor zuurstofgebrek is echter dikwijls slechts in schijn aanwezig, doordat in dat geval de planten in haar wortels vaak luchtkanalen bezitten, die een transport van zuurstof uit de bladen naar de wortels mogelijk maken. Dr. Roodenburg te Wageningen stelde dit vast bij waterplanten en in Finland heeft men gevonden, dat dergelijke luchtkanalen ook bij tal van veenplanten voorkomen, doch meerendeels bij die soorten, die met haar wortels in het grondwater doordrongen. Dit vraagstuk is bij onze landbouwgewassen nog onvoldoende bestudeerd.

Hiermee zijn wij genaderd tot de beworteling in den ondergrond. Deze heeft in meerdere opzichten een punt van onderzoek uitgemaakt. Zoo heeft men zich afgevraagd, welk aandeel de in den ondergrond doorgedrongen wortels hebben aan de opname der voedingszouten. Uit proefnemingen hier te lande en elders is gebleken, dat de dieper gaande wortels heel wat voedingszouten kunnen opnemen, indien deze voldoende in den ondergrond voorhanden zijn. Er bestaat dus, strikt genomen, geen arbeidsverdeling tusschen de oppervlakkige en de diepere

wortels van een wortelstelsel. Daar echter in de praktijk de voedingszouten meerendeels in den bovengrond zijn opgehoopt, zullen de oppervlakkige wortels in het bijzonder de zoutopname, de diepere wortels in hoofdzaak de wateropname moeten verzorgen.

Een andere vraag is, of voor een goede wateropname een dichte doorworteling in den ondergrond noodzakelijk is. Men zou zich bijv. kunnen voorstellen, dat de wateropname, die voor een groot deel beheerscht wordt door de verdamping der bladen, min of meer onafhankelijk is van het aantal wortels. De vraag is van belang, omdat de bewortelingsdichtheid in den ondergrond in den regel gering is vergeleken met die in de bouwvoor met haar doorgaans betere structuur. Zoo is bijv. bij onze granen niet zelden circa $\frac{3}{4}$ van de geheele wortelmassa in de bouwvoor gelocaliseerd, hoewel de wortels vaak zeer diep in den ondergrond doordringen. Om het verband tusschen de wateronttrekking en het aantal wortels na te gaan, hebben wij tarwe gekweekt in voedingsoplossingen en een varieerend aantal wortels weggeknipt, toen de planten een zeker stadium van ontwikkeling hadden bereikt. Bij deze „ontwortelingsproef” kwam aan het licht, dat de gemiddelde wateropname per wortel toenam naarmate de plant minder wortels ter beschikking stonden. Deze „compensatie” was echter lang niet voldoende om in de waterbehoefte der planten te voorzien, zoodat het in de praktijk aanbeveling verdient, den wortelgroei in den ondergrond te bevorderen, indien er bij het gewas gevaar voor droogteschade bestaat. Reeds hebben wij in de bemesting een middel leeren kennen om dit doel te benaderen. De bemesting heeft echter slechts weinig effect, wanneer de omstandigheden in den ondergrond ongunstig zijn voor den wortelgroei. In dat geval zullen maatregelen genomen moeten worden om de groeiomstandigheden in den ondergrond te verbeteren.

Zoo zijn er nog tal van andere landbouwkundige vraagstukken, die tot wortelonderzoekingen aanleiding hebben gegeven. Wij hopen echter met deze enkele voorbeelden een beeld gegeven te hebben van eenige der voornaamste problemen, die bij het wortelonderzoek aan de orde komen.