

92

BIBLIOTHEEK
INSTITUUT VOOR
BODEMVRUCHTBAARHEID
GRONINGEN

6311475.3
6311433.1

Bodemluchtversersching

door Dr. D. J. HISSINK,

Directeur van het Rijkslandbouwproefstation, Wageningen.

SEPARAAT
No. 17084

De lucht in een vertrek, waarin menschen bijeen zijn, moet geregeld ververscht worden; eene goede ventilatie van onze woonkamers behoort mede tot de eerste eischen van de hygiëne. Deze luchtversersching komt in hoofdzaak neer op een toevoer van nieuwe zuurstof en een afvoer van het teveel aan koolzuur. Zooals bekend, wordt bij de ademhaling zuurstof verbruikt en koolzuur uitgedemd.

In den bodem is, al naar gelang van den physischen toestand, meer of minder lucht aanwezig. Zware kleigronden bevatten minder lucht dan zandgronden; een goed bewerkte bodem weer meer dan een slecht bewerkte. Gemiddeld is noodig voor weiden ongeveer 8 à 10 en voor bouwland ongeveer 10 à 18 volumepercenten lucht in den bodem. De samenstelling van de bodemlucht wijkt van die van de atmosfeer af. Door het ademhalingsproces van de bacteriën en schimmels en ook van de wortels van de hoogere planten worden groote hoeveelheden koolzuur in den bodem geproduceerd. Zoo schatte Stoklasa de hoeveelheid koolzuur (CO₂), die door lage organismen gevormd wordt, op 75 K.G. per H.A. en per dag, terwijl in hetzelfde tijdsverloop de wortels van het onderzochte gewas (tarwe) 60 K.G. koolzuur per H.A. uitademden, totaal derhalve 135 K.G. koolzuur per dag en per H.A. Bleef deze hoeveelheid koolzuur in den bodem aanwezig, dan zou het koolzuurgehalte van de bodemlucht (de luchtcapaciteit van den bodem op ongeveer 15 volumepercenten gerekend) in één dag stijgen tot 15 %. Bij eene dergelijke stijging van het koolzuurgehalte van de bodemlucht en eene evenredige afname van het zuurstofgehalte van de bodemlucht, zouden alle hoogere planten sterven. Ge-regelde verversching van de bodemlucht is dan ook eene absolute noodzakelijkheid. Een nooit onderbroken koolzuurstream vloeit uit den bodem in den dampkring, terwijl omgekeerd uit den dampkring steeds eene aanvulling van het zuurstofgehalte van de bodemlucht plaats vindt.

Dat het koolzuurgehalte van de dampkringslucht, niettegenstaande de toevoer van koolzuur, zoowel door het ademhalingsproces van mensch en dier, als door dat van de bodemorganismen

men en de plantenwortels, toch vrij constant op 0.03 volume-percenten blijft, wordt veroorzaakt, doordat de groene plantendeelen onder invloed van het zonlicht het koolzuur uit de lucht vastleggen, de koolstof tot zetmeel verwerken en de zuurstof vrijmaken. We zien in de natuur dus plaats grijpen twee processen: in de eerste plaats het assimilatieproces van de groene plantendeelen, dat is het vastleggen van het koolzuur in de dampkringslucht en het produceeren van zuurstof — en in de tweede plaats het ademhalingsproces, niet alleen in de dampkringslucht, maar ook en vooral in de bodemlucht, d. i. dus de omzetting van de koolstofverbindingen met de zuurstof in koolzuur. Dit laatste proces kan men ook het dissimilatieproces noemen. Beide processen houden elkander in evenwicht en geven een constant koolzuurgehalte van de dampkringslucht, waardoor het leven op onze planeet mogelijk wordt.

Tengevolge van de enorme koolzuurproductie in den bodem is het koolzuurgehalte van de bodemlucht zelfs bij uitstekende bodemventilatie, nog ongeveer tienmaal hooger dan dat van de dampkringslucht en wel gemiddeld ongeveer 0.3 volume-percenten. Intusschen kunnen plaatselijk, ook onder invloed van het gewas, betrekkelijk groote verschillen voorkomen. Ook het gehalte aan organische stoffen in den bodem is van invloed op het koolzuurgehalte van de bodemlucht. Zoo werd bijv. in een zandgrond, waarvan de eene helft in langen tijd geen organische meststoffen ontvangen had, terwijl de andere helft geregeld met stalmeest bemest was, de volgende volume-percenten koolzuur in de bodemlucht gevonden:

	aardappelen	lupine	gerst	haver	onbebouwd
1	0.420	0.540	0.220	0.240	0.166
2	0.647	0.551	0.290	0.274	0.180

Deze verschillen in koolzuurgehalte van de bodemlucht kunnen niet anders verklaard worden dan door verschillen in bodemventilatie; onder aardappelen en lupinen is de bodemluchtverschieving dus minder dan onder gerst en haver.

Zonder twijfel behoort eene goede bodemluchtverschieving mede tot de belangrijkste factoren voor de productie; zij is minstens even belangrijk als de factoren water, plantenvoeding, zaad, temperatuur. Zooals reeds werd opgemerkt, komt de bodemluchtverschieving neer op een toevoer van zuurstof en een afvoer van het teveel aan koolzuur. Over de oorzaken van de schadelijke werking eener onvoldoende bodemluchtverschieving loopen de meeningen uiteen. Sommigen meenen deze oorzaken te moeten zoeken in het ontstaan van giftige bodembestanddeelen als ferroverbindingen of van schadelijke afscheidingsproducten van de planten zelve, die door den slechten luchttoevoer moeilijker ontleed worden; anderen denken alleen aan giftwerkingen van het gevormde koolzuur.

Een goede bodemluchtverversching wordt in de eerste plaats in de hand gewerkt door eene grondbewerking; verder door de ontleding te bevorderen van organische stoffen in den bodem, bij welk proces ook de dierenwereld in den bodem een groote rol kan spelen. Ook de warmte en de wind werken mede aan de ventilatie van den bodem, hoewel deze invloeden volgens de jongste onderzoekingen van Russell (*The atmosphere of the soil: its composition and the causes of variation*; by E. J. Russell and A. Appleyard, Rothamsted Experimental Station; *Journal of Agricultural Science*, Volume VII, 1--45) niet groot zijn. Uit deze onderzoekingen meent Russell verder de conclusie te moeten trekken, dat de gewone regens nog iets meer doen dan alleen water in den bodem te brengen; met den regen komt zuurstof mede, die de bodemlucht ververscht. Wanneer evenwel groote hoeveelheden water op het land komen, zooals bij zwaren, aanhoudenden regenval en overstrooming, dan sluit het water uit den aard der zaak de luchttoevoer af en verhindert eene verversching van de bodemlucht. Uit verschillende onderzoekingen is intusschen gebleken, dat zelfs bij overstrooming van groote hoeveelheden water nog aanzienlijke hoeveelheden lucht in den bodem capillair gebonden aanwezig blijven, die het leven van de planten nog een tijdlang mogelijk maken.

Ik meende goed te doen, met in het bovenstaande nog eens in het kort de groote rol in herinnering te brengen, die de factor: bodemluchtverversching bij den groei van de gewassen speelt, voordat ik overging tot de bespreking van eene publicatie, die dit jaar verschenen is van de hand van Albert Howard te Pusa (Britsch-Indië) als Bulletin no. 52 van het Agricultural Research Institute, Pusa, over Soil Ventilation. De geheele verhandeling is een pleidooi voor eene goede zorg voor voldoende bodemventilatie, die naar de meening van den schrijver soms te veel verwaarloosd wordt, terwijl daarentegen soms te veel aandacht wordt besteed aan de factor: watervoorziening. Vooral bij zware alluviale gronden meent Howard, dat de door den landbouwer verkregen resultaten hoofdzakelijk afhangen van de vraag, of het hem gelukt den bodem tijdens de geheele cultuur van voldoende versche lucht te voorzien, zonder daarbij het vraagstuk van de watervoorziening te verwaarloozen, „The improvement of agriculture in this tract, and probably also in other parts of the alluvium, will turn on succesful methods of supplying air to the soil without at the same time unduly reducing the moisture. The aim must be to regulate the balance between air and water in the soil by methods within the means of the best cultivators.”

Een groot gedeelte van het werk wordt besteed aan eene beschrijving van het klimaat (regenval, temperatuur, vochtigheids-toestand van de lucht) en van den bodem in Bihar en in de

Quetta-vallei. Ik ga deze hoofdstukken stilzwijgend voorbij en wil liever iets mededeelen van de middelen, die de schrijver vermeldt om eene goede bodemluchtverversching tot stand te brengen. Zij, die meenen in deze publicatie van het Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Pusa de resultaten van landbouwkundige onderzoekingen aan te treffen, vinden zich teleurgesteld; trouwens, de schrijver zelf waarschuwt in den beginne, dat zijne conclusies zich niet op proefnemingen baseeren, maar verkregen zijn door jarenlange praktische ervaringen. Zonder op de waarde van deze methode iets af te dingen, kan men toch de wenschelijkheid uitspreken, dat de op deze wijze verkregen conclusies door wetenschappelijk onderzoek nader op hunne juistheid onderzocht worden.

Onder de middelen ter bevordering eener goede bodemventilatie staat natuurlijk voorop eene rationeele grondbewerking. De grondbewerking heeft ten doel een zoo gunstig mogelijk milieu voor de plantenwortels te scheppen en onder de eischen, waaraan dit milieu moet voldoen, behoort zeer zeker ook, dat de lucht er behoorlijk kan indringen. Naast de grondbewerking vestigt de schrijver dan in de eerste plaats de aandacht op de goede resultaten, die een groenbemesting geven kan. Het doel van eene groenbemesting is de verbetering van de structuur en het waterhoudend vermogen van den bodem door vermeerdering van humus. Dat eene groene bemesting in vele gevallen slechte resultaten oplevert, schrijft Howard hieraan toe, dat de groene plantenmassa in den bodem veel zuurstof van de bodemlucht verbruikt, die in koolzuur overgaat. Daarom wordt aangeraden de planten, die als groene bemesting zullen dienen, eerst te knippen of te snijden en daarna eenige dagen op het land te laten verwelken. Verder moet er minstens een paar maanden verlopen tusschen het onderploegen van deze verwelkte massa en het uitplanten van het volgende gewas, terwijl in dien tusschentijd de grond goed bewerkt dient te worden. Vooral dient men voorzichtig te zijn met eene groene bemesting bij zware gronden, die last van te veel water hebben. Onder deze omstandigheden vindt eene snelle omzetting van de groene massa niet plaats en het volgend gewas lijdt onder gebrek aan zuurstof.

De structuur van zware gronden kan verbeterd worden door het inbrengen van grovere bestanddeelen; als zoodanig noemt de schrijver puin, pannen, enz. Het zal wel van plaatselijke omstandigheden afhangen, of dit middel is toe te passen.

Dan wordt de aandacht gevestigd op het groote nut van het braken, met het oog op de voorziening met een voldoende hoeveelheid bodemlucht. Uit den aard der zaak treden de slechte gevolgen van het niet-braken het duidelijkst aan het licht, wanneer getracht wordt, na elkander te verbouwen twee gewassen, als indigo en tabak, wier wortels zulke hooge eischen aan de bodemluchtverversching stellen. Bij een proef mislukte de tabak

vrijwel, hoewel alle omstandigheden zoo gunstig mogelijk waren. Het gewas gaf geheel het beeld van te zijn lijdende aan gebrek aan zuurstof.

Uit den aard der zaak werkt het vastworden van de bovenste laag van de bouwkruijn een goede bodemluchtversching tegen. Het korstig worden van deze bovenste laag wordt vooral veroorzaakt door de heftige tropische regens, die den bodem dichtslaan, vooral bij zware gronden. De harde korst gaat de luchtcirculatie tegen en de planten kwijnen door gebrek aan zuurstof en overmaat aan koolzuur. Het eenige middel tegen deze kwaal is het fijnmaken van de bovenlaag. Het behakken van den bodem is een zoo voornaam onderdeel van bodembewerking, ja van de geheele cultuur in Britsch-Indië, dat de heer Howard schrijft: „Indeed the people seem to be born with a special crustbreaking sense”. Het is jammer, dat de inlanders van meening schijnen, dat de jonge plantjes op de zaadbedden geen lucht noodig hebben; zij geven deze gewoonlijk veel te veel water, wat tengevolge heeft, dat de jonge plantjes verstikken, geen wortels kunnen vormen en bij het overplanten veelvuldig afsterven.

Howard bespreekt vervolgens het aanaarden, het maken dus van aanhoogingen (op Deli bij de tabak kakki's genaamd) en het behoeft niet gezegd te worden, dat hij het nut van dit aanaarden vooral daarin ziet, dat de plant op deze wijze de beschikking krijgt over nieuwe hoeveelheden grond, die goed van zuurstofrijke bodemlucht voorzien is. Ook de heer Howard geeft toe, dat het goede resultaat van het aanaarden een gevolg is van velerlei factoren; merkwaardig is het wel, dat hij bepaald het behoud van den vochtigheidstoestand van den bodem hier niet toe rekent.

Een uitstekend middel om den grond losser en poreuser te maken en daardoor de bodemluchtversching in de hand te werken, is het aanplanten van een gewas, met een sterk ontwikkeld en diepgaand wortelstelsel, dat den bodem in alle richtingen doorkruist. De goede werking van een dergelijk gewas op de bodemstructuur wordt in hooge mate bevorderd, wanneer later, als het gewas gemaaid is, de witte mieren de wortels opvreten; de bodem wordt dan doorsneden door een systeem van kleine tunnels, die op intensieve wijze meehelpen tot verversching van de bodemlucht.

Het meest in het oog springende resultaat van eene natuurlijke bodemventilatie is wel te zien nà het vellen van boomen, vooral wanneer de wortels door de witte mieren worden opgevreten. Dat Howard op grond van het nut, dat de witte mieren stichten, een lans breekt voor het voortbestaan van deze diersoort, behoeft niet te worden gezegd.

Met betrekking tot de natte rijstcultuur verwijst Howard naar onderzoekingen van Harrison, die aangetoond heeft, dat algen

en andere lage organismen, die zich aan de bodemoppervlakte ontwikkelen, een groote rol spelen bij de zuurstofvoorziening van de wortels van de rijstplanten. Vooral wordt de aandacht gevestigd op deze conclusie van Harrison, dat „aeration of these soils by atmospheric oxygen is not as effective in promoting root aeration as is aeration by the water drawing through them”. Dit klopt geheel met het ook op Java bekende feit, dat stilstaand water veel minder gunstig is voor de ontwikkeling van de rijstplanten dan zacht stroomend water. Ook de gewoonte van de inlanders om het water van het land te laten vloeien vóór de slot-irrigatie, brengt Howard in verband met de bodemventilatie.

Daarna wordt de vraag behandeld van de schadelijke gevolgen van de grascultuur in boomgaarden op de vruchtboomen, welke zoowel in Engeland als in Britsch-Indië geconstateerd zijn. Volgens onderzoekingen van den Hertog van Bedford en S. U. Pickering heeft een grascultuur ook op andere gewassen, bijv. op tabak, een slechten invloed en zij meenen dezen te moeten zoeken in de vorming van giftstoffen, die de wortels van de planten afscheiden. Howard bestrijdt deze theorie. Hij merkt op, dat in vele deelen van Engeland, als Kent, Somerset en Herefordshire de vruchtboomen welig in grasland groeien. De grond is hier poreus, terwijl de grond in Woburn, waar Bedford en Pickering hunne onderzoekingen deden, evenals de grond in Pusa (Britsch-Indië), waar Howard's eigen onderzoekingen betrekking op hebben, uit een stijve ondoorlatende kleimassa bestaat. De giftstof, die de plantenwortels afscheiden, is volgens Howard, niets anders dan het koolzuur. Het feit, dat de grond in grasland rijker aan koolzuur is dan in bouwland of braakland, is wel een steun voor Howard's opvatting. Ik sluit mij aan bij Howard. Trouwens wanneer ik bij Bedford en Pickering lees: „There is no reason for assuming the excretion of any toxic matter from a plant, the debris from the growing roots is probably sufficient to account for the formation of the toxin”, en „By oxidation this toxin loses toxic properties”, dan zie ik feitelijk geen verschil tusschen hunne opvatting en die van Howard en kom ik in allen geval tot de conclusie, dat een goede bodemluchtversching al die toxinen, zoo zij dan al bestaan, onschadelijk kan maken. ¹⁾

Simulated diseases; cultuurziekten. Vele plantenziekten ontstaan door de aanwezigheid van micro-organismen, die zich snel in het gewas kunnen verspreiden, alle planten aantasten en

¹⁾ Voor de literatuur zij verwezen naar het artikel van Bedford en Pickering: The effect of one crop upon another; zie ook: The soil solution and the mineral constituents of the soil, van Hall en zijne medewerkers. Beide artikelen zijn te vinden in het Journal of Agricultural Science, Volume VI, 1914.

zelfs de gezondste exemplaren, met het grootste weerstandsvermogen, doen kwijnen. Er zijn evenwel ook ziekten, die voortspuiten uit een gering weerstandsvermogen, als gevolg van ongunstige omstandigheden waaronder het gewas groeien moet. Dergelijke ziekten noemt Howard „Simulated diseases”; ik zal in het vervolg met Van Bijlert, (zie diens artikel „De Tabak” in Van Gorkom's Oost-Indische Cultures) spreken van cultuurziekten. In vele gevallen is het vooral het bodemmilieu, dat in ongunstige omstandigheden verkeert en zoo zijn dan misschien vele rottingsverschijnselen in de wortels als cultuurziekten op te vatten. De bestrijding van zulke ziekten moet er dus in hoofdzaak op gericht zijn om de omgeving, waarin de wortels tehuis behooren, op groote diepte zoo gezond en zoo bruikbaar mogelijk te maken, hetgeen te bereiken is door toepassing van de methoden, die een rationeel landbouwbedrijf hiervoor kent (grondbewerking, grondverbetering, bemesting, afwatering, vruchtopvolging). Het zal niet altijd zijn uit te maken of men met eene bacterie-ziekte of met eene cultuurziekte te doen heeft. In vele gevallen zal het wel zoo gelegen zijn, dat een bacterie de ziekte direct veroorzaakt, maar dat ongunstige omstandigheden de ziekte in de hand werken, zoodat de plant de kracht mist er weerstand aan te bieden en er doorheen te groeien. Onder deze omstandigheden is het duidelijk, dat men met het steriliseeren en met het dooden van deze organismen alleen niet veel verder komt, wanneer men ook de groeivoorwaarden voor het gewas niet verbetert. Begint men echter de algemeene middelen toe te passen om planten met een groot weerstandsvermogen te krijgen, dan zijn dergelijke organismen als regel grootendeels machteloos tegenover het gewas. Bovendien heeft men nog speciale middelen om planten te kweken met een groot weerstandsvermogen, zooals het vermijden van te veel stikstof, selectie en andere. In het algemeen zijn de middelen om cultuurziekten te voorkomen in hoofdzaak gelegen op landbouwgebied en waar zij schade aanrichten is de aangewezen weg het bedrijf in zijn vollen omvang aan een grondige studie te onderwerpen, en zoo noodig geheel te herzien. Slechts voor een klein gedeelte liggen de middelen op het gebied der phytopathologie (Zie Van Bijlert, t. a. p., Deel II, blz. 611).

Howard behandelt nu enkele van dergelijke cultuurziekten, die naar zijne meening hun ontstaan vinden in gebrekkige bodemluchtversching. Een zeer sprekend voorbeeld leverde de Java-indigo, die eerst in Britsch-Indië schitterende oogsten gaf. De cultuur ging echter, ten gevolge van het intreden van eene periode van natte jaren, sterk achteruit. Onder deze omstandigheden raken de zware gronden verstopt en kan de indigo, een plant, die hooge eischen aan eene goede bodemluchtversching stelt, geen voldoende bodemlucht meer krijgen. De schrijver raadt aan de indigo alleen te planten op hooggelegen, goed ge-

draineerd land en het land flink te bewerken. Een andere cultuurziekte is het geel worden van de perzikboomen. Howard toont aan, dat deze „ziekte” in Britsch-Indië niet overeenkomt met de bekende ziekte „peach yellows” in de Ver. Staten van Noord-Amerika, maar eenvoudig is toe te schrijven aan onvoldoende bodemventilatie.

Zooals uit dit overzicht wel blijkt, hecht de heer Howard zeer groote beteekenis aan het vraagstuk der bodemluchtversching. Aan het slot van de publicatie wordt dan nog eens uitdrukkelijk betoogd, dat eene overmatige irrigatie schadelijk voor de cultuur kan werken. Als het water de lucht afsluit, werkt het als een gift voor de planten, is een van de conclusies, waartoe de schrijver komt. De schrijver meent dan ook, dat over het algemeen in Britsch-Indië te veel geïrrigeerd wordt; veel irrigatiewater kan gespaard worden en hij bepleit dit sparen van irrigatiewater niet alleen als zuinigheidsmaatregel, maar ook om den slechten invloed, dien een teveel aan water op den plantengroei uitoefent. Howard noemt zelfs als het voornaamste vraagstuk, dat de aandacht van het Departement van Landbouw vraagt: „to show how, under an irrigation system on a fine alluvium, the proper relations between air and water in the soil can best be maintained.”

Het vraagstuk van de bodemluchtversching is ook voor ons Indië van groot belang. De wortels van drie van de voornaamste planten toch: suikerriet, indigo en tabak, hebben behoefte aan veel bodemlucht; zij stellen in dit opzicht zeer hooge eischen. Eene zeer intensieve grondbewerking is noodig, vooral wanneer de cultuur van deze gewassen volgt op de natte rijstcultuur en de gronden dus ten behoeve van deze cultuur langen tijd onder water gestaan hebben. In alle handboeken wordt dan ook den nadruk gelegd op het groote nut van een doelmatige grondbewerking na den natten rijstbouw. Zoo schrijft Prinsen Geerligts in het hoofdstuk Suiker (Van Gorkom's Oost-Indische Cultures, Deel II, blz. 125): „De grond is door den natten rijstbouw gedurende maanden achtereen met water verzadigd geweest; door zuurstofgebrek hebben daarin allerlei reductieprocessen plaats gehad en om hem weder voor den rietbouw geschikt te maken, moet hij terdege aan de werking van den zon en den wind worden blootgesteld”. En Van Bijlert in het hoofdstuk Tabak (t. a. p. Deel II, blz. 535—536): „De cultuur van tabak gelukt op sawah-gronden alleen, wanneer tot op groote diepte, op intensieve wijze, luchttoevoer en watervoorziening in overeenstemming worden gebracht met de eischen, die de tabak stelt. Beschouwd van een landbouwkundig standpunt is een vruchtopvolging, waarbij tabak direct volgt op sawah-rijst, inderdaad een zeer merkwaardige, omdat gerangschikt naar de behoefte aan lucht voor de wortelademhaling, de twee uitersten in de rij hier naast elkaar staan.” Bij de cultuur van tabak in vruchtwisseling met niet-be-

vleedige gewassen, is het vraagstuk wel iets eenvoudiger. Op Deli heeft men echter weer de moeilijkheid, dat de grond kort te voren een ongebruikt terrein is, waar 7 à 8 jaren verlopen zijn, sedert er het laatst een cultuurgewas op gegroeid is. De toestand van den grond zelf kan slechts in den korten termijn, voorafgaand aan het planten der tabak, verbeterd worden, zoodat deze dikwijls, voor een veeleischend gewas als tabak, te wenschen overlaat en de grond derhalve niet voldoende mede-werken kan een krachtig gewas op te leveren.

Het zij mij thans veroorloofd enkele van de punten, door Howard aangeroerd, wat nader, meer in het bijzonder voor de toestanden in onze Koloniën, onder oogen te zien.

Indertijd zijn op Deli groenbemestingsproeven genomen met een diep wortelend gewas, dat in staat is ook door den stijven kleigrond zonder te veel moeite zijn wortels uit te breiden. Voor zoover mij bekend, zijn deze proeven niet doorgezet. Volgens Van Bijlert mochten voor dit doel geen stikstofverzamelaars gebruikt worden. In hoeverre dit juist is, moet nog nader worden onderzocht. Mogelijk zou door groenbemesting met stikstofverzamelaars stikstof in de bemesting uitgespaard kunnen worden. Ook heeft Van Bijlert het idee geopperd of voorafgaande paddi-cultuur op zware kleigronden geen verbetering in de structuur zou kunnen brengen. Paddi zendt zijn wortels vrij diep uit, ook in lagen, vochtigen grond, terwijl het ondergewerkte stroo tot humusvermeerdering bijdraagt. Intusschen hebben de onderzoekingen van De Bussy en Diem op phytopathologisch gebied aangetoond, dat groote omzichtigheid bij de keuze van planten als groenbemesting is aan te raden. Het is toch gebleken, dat de voor groenbemesting gebezigde planten aan dezelfde ziekten of beschadigingen kunnen lijden als de tabak.

Het aanaarden van de gewassen wordt in Indië veelvuldig toegepast. Bij de Delitabak is het algemeen gebruikelijk. De voordeelen van het aanaarden zijn, behalve de meerdere bodemlucht, die ter beschikking van de plant komt, wel in hoofdzaak de volgende: het vernietigen van het onkruid; het brengen van bruikbaren bouwgrond onder het bereik van de plantenwortels, wat vooral bij een ondiepe bouwkruin van belang is; de verminderde verdamping van het bodemwater. Zij die meer over dit onderwerp willen weten, raad ik aan een artikel te lezen van de hand van Dr. J. van Breda de Haan over „Het aanaarden van tabak in Deli”, verschenen in 1896 in *Teysmannia*.

Cultuurziekten. Ook in onze Koloniën zijn tal van ziekten bekend, die misschien tot de cultuurziekten gerekend moeten worden. Zoo vangen bijv. J. D. Kobus en Th. Marr een artikel over „Onderzoek van Bodemlucht” in het „Archief voor de Java-Suikerindustrie” (11e jrg., 1903, 2de helft, blz. 933) aldus aan: „De directe aanleiding tot deze onderzoekingen

was het afsterven van suikerriet, dat vooral in Oost-Java op een aantal ondernemingen werd waargenomen en onder den naam van „dongkellan-ziekte” of „wortelrot” eene treurige vermaardheid heeft gekregen. Waarnemingen omtrent dit afsterven leidden tot de veronderstelling, dat men hierbij eigenlijk niet met eene ziekte van het riet te doen had, maar met vergiftigingsverschijnselen, wier oorzaak in den bodem was te zoeken, want alleen zodoende scheen men een ongedwongen verklaring te kunnen geven van alle waargenomen feiten.”

Ook de slijmziekte, die de laatste jaren de Deli-tabak nogal teistert, wordt door sommigen, althans gedeeltelijk, tot de cultuurziekten gerekend, met dien verstande, dat een bacterie wel de oorzaak van de slijmziekte is, maar dat deze bacterie alleen dan de plant schade aan kan doen, wanneer de tabak, door welke omstandigheid ook, niet gezond en krachtig genoeg is, om zich tegen de slijmziekte-bacteriën met gunstig gevolg te kunnen verzetten en er doorheen te groeien. Over deze ziekte schrijft Van Bijlert verder (t. a. p., blz. 620): „Het ontsmetten van kweekbedden, het gebruik van desinfectantia, het uitplanten van geheel gezond materiaal, hoe nuttig en hoe noodig ook, het baat weinig, noch biedt voldoende waarborg, dat de aanplant gezond blijft, tenzij het tabaksveld zelf, dat is de nieuwe omgeving, alle waarborgen biedt, dat de plant zich onder gunstige conditiën ontwikkelen kan. De ziekte heeft veel overeenkomst met die van de groote groep van wortelrotziekten; eenmaal aangetast behoeven noch nieuw gevormde wortels van dezelfde plant, noch gezonde wortels van andere planten voor infectie te vreezen, mits de groeivoorwaarden slechts gunstig zijn. De ongunstige factoren kunnen voor een groot deel opgeheven worden door toepassing van de hiervoor reeds aangegeven middelen, op landbouwkundig gebied gelegen.”

En tot deze maatregelen behooren wel in de eerste plaats alle middelen, die het milieu voor de wortels beter maken; een uitgezuurde poreuse bodem, waarin de lucht goed kan indringen, is zonder twijfel het voornaamste geneesmiddel bij het bestrijden van deze „ziekte”. Ik wensch mij op het gebied van de phytopathologie, dat mij volkomen vreemd is, niet al te ver te begeven, maar toch zou men den deskundigen in dit vak af en toe wel eens in overweging willen geven de woorden van Van Bijlert en ook de beschouwingen van den heer Howard ter harte te nemen. Dit althans was de gedachte, die bij mij opkwam, toen ik in de overigens zeer interessante artikelen van Dr. J. A. Honing over „De oorzaak der slijmziekte en proeven ter bestrijding”, in de „Mededeelingen van het Deli Proefstation”, 5de jrg., 1910—1911, blz. 347, het volgende las: „Dat het ziek zijn der bibit niet de eenige oorzaak is van het verlies in de uitgeplante tabak bleek op een onderneming, grenzende aan de boven besprokene. Daar was in een pama zeer veel gestorven

of ziek en in de nabijgelegen zaadbedden was de ziekte ook vrij spoedig gevonden. Maar toch was dat niet de verklaring voor het vele doodgaan zooals ik eerst dacht, want bibit uit een andere kongsie, die op hoog land gezonde boomen opleverde, stierf in die pama in bijna even groot aantal. Hier was dus de grond, die onder water gestaan had, besmet". Ook op de volgende pagina (348) wordt als oorzaak van het optreden der ziekte het besmet zijn van den grond genoemd. Ook hier had het terrein weer gedeeltelijk onder water gestaan. Men kan zich, dit alles lezende, niet onthouden van den raad te geven, deze terreinen voor overstroming te vrijwaren of beter op afwatering te leggen, zoodat de grond vóór de cultuur van de tabak goed uitgezuurd is en de lucht er flink kan binnendringen.

Ik kan niet nalaten hier terloops nog op te merken, dat ik bij mijne tabaksbemestingsproeven in het jaar 1901 op Deli getracht heb op de zware kleigronden gunstiger groeivoorwaarden voor de tabaksplant in het leven te roepen en dat ik in mijn conclusies de vraag gesteld heb, of tengevolge van deze gunstiger groeivoorwaarden eene plantenziekte (als bijv. de mozaïkziekte) of in mindere mate of later zou kunnen optreden (zie „Mededeelingen uit 's Lands Plantentuin", LX, blz. 144).

Ten slotte heeft het lezen van de publicatie van den heer Howard mij nog eens één van de moeilijkste vraagstukken van de cultuur der Delitabak voor oogen geroepen. Ik bedoel de vraag, waarom het niet mogelijk is, in Deli tabak na tabak te verbouwen, waarom zelfs een vrij groot aantal jaren — ongeveer zeven à acht — moeten verlopen, vóórdat opnieuw tabak op het oude terrein verbouwd kan worden. Nog niet lang geleden kwam deze vraag ter sprake, toen in den winter 1914-15 de heer J. S. C. Kasteleyn, oud-hoofdadministrateur van de Amsterdam Deli Compagnie, eene lezing te Wageningen hield voor de vereeniging „Studiebelangen"; maar zelfs in deze vergadering bleef een antwoord uit. Allerlei hypothesen kunnen gesteld worden. Dat de bodem slechts voor één oogst de beschikking zou hebben over voldoende voedingsstoffen in gemakkelijk opneembaren vorm, komt mij niet waarschijnlijk voor. Dit tekort ware bovendien door bemesting aan te vullen. Vaak hoort men, dat de vijanden van de tabak zich tijdens den eersten oogst in die mate ontwikkeld hebben, dat een tweede gewas, dat onmiddellijk op het eerste volgt, ten gevolge van ziekten en beschadigingen te gronde zou gaan. Dit klopt evenwel niet met de feiten; het tweede gewas geeft meer het beeld van een kwijnend bestaan te lijden, dan dat het door bepaalde ziekten is aangestast. In de laatste jaren is, vooral in Amerika, de theorie opgeworpen, dat elke plant een giftstof afscheidt, schadelijk zowel voor de plant zelve, als voor het volgend gewas. Hierboven is over deze hypothese reeds het een en ander gezegd. Ten slotte is de meest gangbare verklaring, die reeds van Van Bemmelen

afkomstig is, deze, dat de structuur van den bodem reeds door één oogst een ingrijpende verandering ondergaat. Nu is het begrip „bodemstructuur” voorloopig nog een zeer vaag begrip, wat wel hieruit het duidelijkste blijken kan, dat er geen methode is om de bodemstructuur te bepalen. Maar men gevoelt toch, dat wat men bodemstructuur noemt, in verband staat met begrippen als poreusiteit, losheid, toegankelijkheid voor lucht. En het zal er op Deli wel om gaan, dat de tabak, die bekend staat als een gewas, met een groote behoefte aan bodemlucht, het tweede jaar over te weinig lucht te beschikken heeft. En daar is reden voor. De tropische regens slaan den bodem dicht en een koud jaargetijde ontbreekt om zijn goede werking op het herstel van de verloren bodemstructuur te doen gelden. Een van de middelen om de bodemstructuur te herstellen, is het aanplanten van diep wortelende gewassen of het reboiseeren en men zou dus met Howard de resultaten van eene reboisatie vooral moeten zoeken in een losmaken van den bodem, zoodat deze toegankelijk wordt voor de lucht. Ik laat hier nog eens woordelijk volgen, wat Howard over dit punt schrijft: „The most startling results of natural aeration are, however, to be seen after trees have been felled.... When a tree has been cut down and the roots have died, the white-ants become active and proceed to eat out the whole of the cylinder of wood, leaving the bark behind. The result is that there is a perfect network of connecting tubes under the surface, which greatly promote the aeration of the soil and of the roots of crops. The effect of this becomes very marked about a year after the trees are cut down.....”. Het komt er dus zeer op aan, dat de wortels van de boomen vóór het uitplanten van de tabak zoo goed als geheel verteerd zijn. Is dit niet het geval, verzuren de wortels bijv. in een waterrijke streek, die niet goed gedraineerd is, dan wordt er zeker geen goed milieu voor de komende tabakswortels geschapen. En in zoo'n geval kan ik me voorstellen, dat de lalang beter voldoet dan bosch (zie „Mededeelingen Deli-Proefstation, 5e jrg., 348).

Ik heb het bovenstaande eens in het midden willen brengen, omdat het misschien gegevens bevat, die mede kunnen leiden tot het oplossen van het vraagstuk van den wisselbouw op Deli.

Ik mag deze verhandeling niet eindigen, zonder nog met een enkel woord melding te hebben gemaakt van de onderzoekingen van Kobus en Marr over dit onderwerp, welke alle verschenen zijn in het „Archief voor de Java-Suikerindustrie” en wel: Onderzoek van bodemlucht (1903, 2, blz. 933—950): idem (1906, blz. 3—17); De koolzuurproductie in onzen bouwgrond, door Th. Marr (1908, blz. 131—170). Het doel van dit onderzoek heb ik hier boven reeds aangeduid. Kobus en Marr wilden nagaan of inderdaad een der grootste voordeelen van de zoo noodige intensieve grondbewerking daarin gelegen was, dat hierdoor eene

sterke verkrummeling werd verkregen, waardoor het toetreden van zuurstof weder mogelijk werd gemaakt. Reeds in 1906 trekken zij de conclusie, dat men voor zuurstofgebrek op verre na zoo bang niet behoeft te zijn, als men zoude verwachten, naar aanleiding der in de vakliteratuur steeds weer herhaalde opmerkingen betreffende de onvoldoende doorlatendheid van den bodem voor lucht. In 1908 uit Marr zich nog positiever en beschouwt de volgende punten als met voldoende zekerheid bewezen: Onze gronden hebben eene relatief zeer groote doorlatendheid voor lucht. De door ons vroeger geconstateerde groote verschillen in het koolzuurgehalte van de bodemlucht in dicht bij elkander gelegen plekken worden veroorzaakt door verschil in koolzuurproductie op die plekken zelf en niet of slechts in zeer geringe mate door koolzuurophooping als gevolg van de ondoorlatendheid. Deze groote doorlatendheid voor lucht maakt, dat humuszuren niet in schadelijke hoëveelheid kunnen ontstaan en het nut van het uitzuren kan dus niet daarin bestaan, dat deze daardoor zouden verdwijnen. Het uitzuren doet veel meer nut als een middel ter verbetering der mechanische structuur van den grond, die bij het openliggen gelegenheid krijgt door herhaald uitdrogen en vochtig worden weer in de vroegere kruimelstructuur over te gaan, die in den tijd, dat hij bebouwd was, gedeeltelijk verloren was gegaan. Door deze structuurverbetering krijgen de plantenwortels ruimte om te groeien en de plant schiet flink op; verder kunnen er natuurlijk chemische werkingen, als bijv. toenemende verweering, bij in het spel zijn. Ook na den rijstooft is de bodem nog volstrekt niet ondoorlatend geworden door dichtslaan of zetten, de humusontleding gaat daarin nog langen tijd ongestoord normaal voort.

Tot zoover Marr (t. a. p., blz. 169—170), die dus tot geheel andere conclusies komt dan Howard. Terwijl Howard in de grondbewerking een middel ziet om eene goede bodemluchtverschikking tot stand te brengen, wil Marr door eene grondbewerking alleen eene verbetering van de bodemstructuur verkrijgen, ten einde de plantenwortels betere gelegenheid tot groeien te geven. Zoolang nog niet uitgemaakt is, wie van beiden gelijk heeft, kan de praktijk zich troosten met de gedachte, dat beiden toch eene rationeele grondbewerking ter verbetering van de bodemstructuur als een der eerste vereischten van een goed gedreven cultuur beschouwen.

Wageningen, 28 September 1915.