

DE INVLOED VAN DEN LAATSTEN WINTER OP ONZE GRANEN,

DOOR

Dr. J. RITZEMA BOS.

De winter is een gevaarlijke tijd voor jonge planten, zoowel voor de wintergewassen, die (zoals wintergranen en winterkoolzaad) in het najaar zijn uitgezaaid om in den volgenden zomer geoogst te worden, als ook voor jonge, één- en tweejarige boompjes. In strenge winters, zooals die van 1890/91, worden vele gewassen — en daaronder vooral de jeugdige, teere — door de lage wintertemperatuur gedood; andere malen is het eer de plotseling invallende dooi, die na felle vorst den planten verderfelijk wordt; veelal echter wordt noch de lage temperatuur, noch de temperatuurswisseling *rechtstreeks* voor onze gewassen schadelijk, maar is het de werking van de temperatuursverandering op het water in den grond, waardoor de planten sterven of althans schade lijden. De laatste winter met zijne herhaalde afwisselingen tusschen koude en warmte heeft mij doen kennis maken met een paar verschijnselen bij onze gewassen, die reeds sedert lang niet meer aan de aandacht, noch van de practici noch van de plantkundigen, ontsnapten, maar toch zeker nog aan menigeen onbekend zijn gebleven. Ik meen daarom den lezers van het *Album der Natuur* geen ondienst te doen, door aangaande deze verschijnselen iets mee te deelen; zooveel te meer, omdat ik daarbij eenige bijzonderheden heb waargenomen, die — naar 't mij voorkomt — nog niet beschreven zijn.

Vooreerst spreek ik over het *opvriezen*.¹ Dit verschijnsel wordt vooral opgemerkt op vochtigen, veenachtigen en kleiachtigen bodem, en wel het meest, wanneer bij het einde van den winter op nat of althans dooi weer plotseling een felle vorst volgt. Het opvriezen kan reeds worden veroorzaakt door ééne flinke nachtvorst, gevolgd door een' dag, waarop, ten gevolge van de zonnewarmte, het ijs in de bovenste lagen van den bodem ontdooit.

Het verschijnsel dan komt hierop neer, dat de plantjes door de vorst met de aarde worden omhoog geheven, terwijl zij later, wanneer de dooi invalt en de bovenste aardlaag weer ontdooit en inéénzinkt, met hunne wortels geheel of ten deele bloot komen te liggen, waardoor zij kunnen omvallen en sterven.

Waarom echter moet bij 't bevriezen van het water in de bovenste aardlaag de bodemoppervlakte stijgen? Om twee redenen. Vooreerst neemt eene zekere hoeveelheid water in omvang toe, wanneer het in ijs verandert. De bevriezende aardlaag nu bestaat uit aarde en water; laatstgenoemde stof is de zelfstandigheid, die bevriest en die de geheele aardlaag doet uitzetten. Daardoor rijst natuurlijk de bodemoppervlakte. Maar bij 't bevriezen blijft het water niet door den bodem heen verdeeld, zooals dit aanvankelijk het geval was; er vormen zich dikwijls, even onder de oppervlakte, vrij groote naalden of zuiltjes van ijs, die de daarboven liggende aardlaag opheffen. Natuurlijk gaan alle planten mee, die hare wortels uitsluitend of hoofdzakelijk in de bovenste aardlaag uitbreiden: dus jonge planten in 't algemeen, één- of tweejarige boompjes zoowel als jonge kruidachtige gewassen; en het spreekt wel van zelf, dat de graanplanten, welker wortels zich bijkans uitsluitend in de bovenste aardlagen vertakken, bijzonder veel geschiktheid hebben om met de vorst te worden naar boven getrokken. Natuurlijk worden bij het »opvriezen» van den grond de wortels ten

¹ Hierover kan men nalezen o. a. GÖPPER, *Wärmeentwicklung in den Pflanzen*, blz. 235; — TREVIRANUS, *Physiologie der Gewächse*, II, bl. 707; *Ueber die Ursachen des Aufrierens des Bodens* (*Kritische Blätter für Forst- und Jagdwesen*, Bd. 13, Heft I, 1839, bl. 235); — KÜHN, *Krankheiten der Kulturgewächse*, 1858, bl. 10; — *Verhandlungen des Harzer Forstvereines*, 1847, bl. 126; 1863, bl. 64; — NÖRDLINGER, *Barfrost oder Auswintern (Gelüpfst-oder Ausgezogen werden) von Pflanzen und Sämlingen* (*Kritische Blätter für Forst- und Jagdwesen*, Bd. 43, Heft I, 1860, bl. 175); — FULDNER, *Ueber das Ausfrieren der jungen Pflanzen* (*Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen*, 1881, bl. 604); — FRANK, *Die Krankheiten der Pflanzen*, 1880, bl. 204; — NÖRDLINGER, *Lehrbuch des Forstschutzes*, bl. 434; — KAUSCHINGER'S, *Lehre vom Waldschutz*, 4te Aufl. (1889), blz. 11; — HESS, *Der Forstschutz*, 2te Auflage (1890), Bd. II, bl. 250.

deele afgescheurd; maar ook wanneer dit niet of slechts in geringe mate geschiedt, worden zij toch na het opdooien en 't daarop gevolgde dalen van de bovenste aardlaag zoodanig blootgelegd, dat de plantjes geheel los op den grond komen te liggen, en dus moeten sterven. Vooral met wintergraanplanten is dit het geval. Plantjes, welker wortels iets dieper gaan, boomzaailingen bijv., gedragen zich eenigszins anders. Hunne wortels gaan te diep, om geheel uit den bodem te worden gelicht en zijn gewoonlijk te stevig en te houtig om bij het rijzen van de aardoppervlakte te worden losgescheurd. De jonge planten zijn met den bodem omhoog gegaan; wanneer het nu dooi weer wordt en de bodemoppervlakte tot haar vroeger niveau terugkeert, kunnen de plantjes niet volgen, daar de uiteinden der wortels nog in den bevroren bodem vastzitten. Want terwijl de bovenste laag van den grond reeds ontdooit is, is dit met de diepere lagen nog niet het geval. Maar zelfs wanneer de bodem in zeer korten tijd ontdooit tot de plaats, waar de worteltjes eindigen, ook dan kunnen de plantjes nog niet in hunnen vroegeren stand terugkeeren, wijl hare worteltjes niet weer in de aarde kunnen indringen. Fig. 1, *a—e* geeft eene voorstelling van wat er bij het opvriezen van een jong

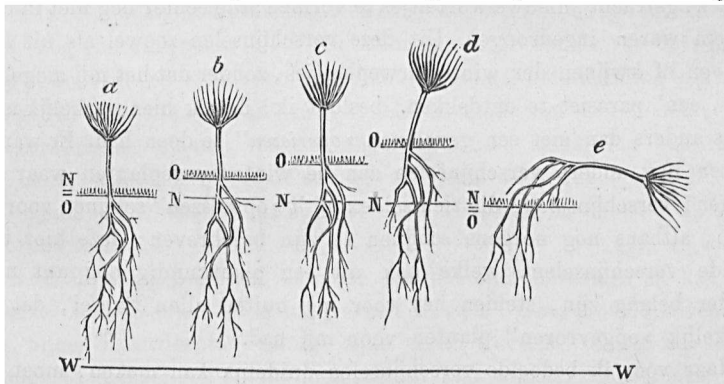


Fig. 1.

sparreboompje gebeurt. *W W* beteekent de diepte, tot op welke zich oorspronkelijk de worteltjes in den bodem uitstrekken. De strepen *N* beteekenen het oorspronkelijke niveau van den grond, zooals het in fig. *a* is. *O* beteekent de bodemoppervlakte, die zich in de figuren *b c d* boven het oorspronkelijk niveau van den grond verheft. Fig. *e* stelt het sparreboompje voor, dat omgevallen is, nadat het ijs in den grond ontdooit is.

In 't begin van Mei j.l. ontving ik van mijnen oudleerling den heer I. G. J. VAN DEN BOSCH, eersten hoofdopzichter in den Wilhelminapolder, een aantal ziekelijke tarweplanten. Wèl vond ik in sommige van deze eene vliegmade (*Hylemyia coarctata* Fallen), die het kwijnen van de planten veroorzaakte, althans verergerde; maar in de meeste der tarweplantjes vond ik hoegenaamd geenen parasiet, die als oorzaak van den abnormalen toestand zou kunnen in aanmerking komen. Ik werd er dus a. h. w. van zelf toe gebracht, aan atmosferische invloeden te denken; te meer omdat de laatste paar maanden (Maart en April) door hare zeer afwisselende weersgesteldheid wel aanleiding konden geven tot opvriezen. Maar bovendien: ik merkte op, dat bij de meeste kwijnende of stervende plantjes de grootere worteltjes den laatsten tijd bleken niet in den grond te hebben gezeten, terwijl bij verscheiden exemplaren bovendien zich aan de halm-basis eene soort van luchtworteltjes gevormd hadden, zooals men ze bij maïs altijd, bij haver dikwijls waarneemt, maar die overigens in gewone gevallen bij graanplanten, in 't bijzonder bij tarwe, niet voorkomen. De tarweplantjes hadden dus blijkbaar op den grond gelegen, en daar zij zich op deze wijze niet dan onvoldoende konden voeden, hadden zij a. h. w. getracht, nieuwe worteltjes te vormen, die echter nog niet in den bodem waren ingedrongen. Uit deze verschijnselen zoowel als uit het sterven of kwijnen der wintertarweplantjes, zonder dat het mij mogelijk was, een' parasiet te ontdekken, besloot ik, dat ik hier werkelijk met niets anders dan met een geval van »opvriezen» te doen had. Er waren echter nog andere verschijnselen aan de wintertarweplanten waar te nemen; verschijnselen, die zich zelden bij 't »opvriezen» schijnen voor te doen, althans nog nergens schijnen te zijn beschreven; deze hier bedoelde verschijnselen, welke ook uit een plantkundig oogpunt niet zonder belang zijn, stelden het voor mij buiten allen twijfel, dat ik werkelijk »opgevroren» planten vóór mij had.

Maar vóór ik bedoelde verschijnselen duidelijk kan maken, moet ik met een enkel woord spreken over de ontwikkeling der graanplant.

Wanneer eene graankorrel, die men boven op den grond heeft gelegd, ontkiemt (Fig. 2), dan vormt zich — behalve de hoofdwortel, waarvoor al spoedig bijwortels (*a*) in plaats komen — een halm (*b*), die naar boven groeit. Deze, aanvankelijk geheel in het eerste blad (Fig. 3, *p*) ingesloten, wordt spoedig iets langer, waardoor het tweede blad aan den top te voorschijn komt (Fig. 3, *q*). Later komt door verderen groei van den halm het derde blad voor den dag, enz. De

halm bestaat uit leden, die door verdikkingen, zoogenoemde »knoopen'', van elkaar gescheiden zijn; en op de hoogte van iederen knoop is aan den halm een blad bevestigd. Gedurende den winter blijven de halmleden tusschen ieder paar knoopen kort, zoodat de bladeren dicht aanéén staan; de bovenste bladeren blijven den top van den halm met de zich vormende aar omsluiten en worden weer op hunne beurt door lager geplaatste bladeren omhuld. Bij de verdere ontwikkeling der plant in 't voorjaar worden de halmleden tusschen de knoopen grooter; maar het aantal leden neemt niet meer toe. Vooraf echter, reeds in 't vorige najaar, heeft uitstoeling plaats gehad. Aan den benedensten halmknoop hebben zich in de bladoksels twee bijstengels gevormd. Later, gewoonlijk in 't voorjaar, vormen er zich aan

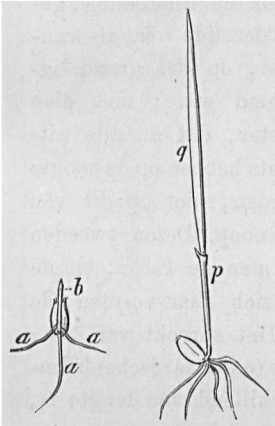


Fig. 2 en 3.

weerszijden van elken bijstengel weer twee, zoodat het aantal halmen dan 7 bedraagt. Hetzelfde kan zich nogmaals herhalen, zoodat het getal halmen dan 15 wordt; en de uitstoeling kan nog verder gaan. Niet alle halmen echter komen tot ontwikkeling; hoeveel er zich vormen en tot volledige ontwikkeling geraken hangt af van den graad van vruchtbaarheid van den bodem, van de beschikbare plaats, van de mogelijkheid der inwerking van lucht en licht, van de weersgesteldheid, enz. enz. »Меччи vermeldt, dat op zijnen vruchtbaren grond uit ééne tarwekorrel 30—80 stengels voortkwamen.'' ¹

Ieder bijstengel is wel aan den hoofdstengel bevestigd en kan dus van de wortels van dezen uit gevoed worden, maar vormt bovendien uit zijnen benedensten knoop zijne eigen wortels, zoodat hij later, zonder te sterven van den hoofdstengel kan worden losgemaakt.

Zóó is de ontwikkeling van eene graanplant uit eene korrel, die op den grond tot ontkieming geraakt.

Iets anders echter gaat alles in zijn werk, wanneer de korrel eenigszins diep in den grond verscholen is. (Fig. 4.) Dan verlengt zich het eerste stengellid (*a b*) veel meer, en wel zóó ver, dat het de

¹ G. REINDERS. *Handboek voor den Nederlandschen landbouw en veeteelt*, derde druk, bl. 141.

bodemoppervlakte ($x\ ij$) bereikt. Daar vormt zich dan de tweede halmknoop (b); de verdere leden blijven tot het volgende voorjaar kort,

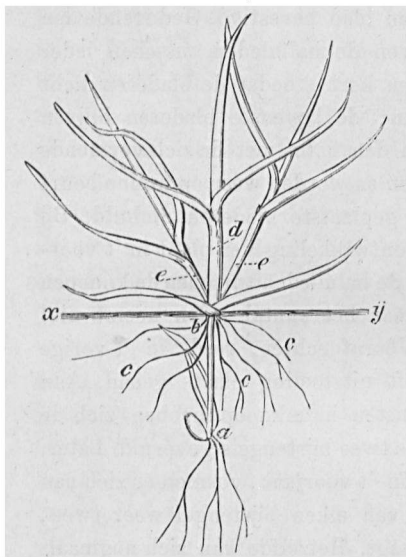


Fig. 4.

en de geheele verdere ontwikkeling, bepaaldelijk ook de uitstoeling, geschiedt dan op dezelfde wijze als wanneer de korrel, op den grond liggende, ontkiemd ware; met dien verstande echter, dat nu alle uitstoelingen plaats hebben op de hoogte van den tweeden, niet op die van den eersten knoop. Dezen tweeden knoop noemt men de *kroon*, en de wortelen die zich daar vormen, de *kroonwortels*. Het spreekt van zelf, dat het eerste (onderaardsche) halm lid zeer verschillend van lengte is, en wel langer of korter, naarmate de korrel dieper of minder diep gezaaid werd. Het ligt eveneens in den aard der zaak dat — onder overigens gelijke omstandigheden —

het onderaardsche halm lid des te eerder de bodemoppervlakte bereikt heeft, naarmate de korrel minder diep in den grond verscholen ligt. Eerst wanneer bij de oppervlakte de tweede halmknoop zich gevormd heeft, kan de uitstoeling beginnen. Dat onder zulke omstandigheden door de verschillende diepte van zaaien de uitstoeling wel 14 dagen tot drie weken kan worden vervroegd of vertraagd, ligt voor de hand. Heeft eenmaal de hoofdstengel (Fig. 4, d) zich gevormd, dan grijpt aan de kroon, d. i. aan den tweeden halmknoop (b), de vorming van bijstengels (e, e) plaats, zooals dit bij eene plant, die ontstaan is uit eene op den grond liggende graankorrel, aan den eersten knoop (vlak bij de korrel) geschiedt.

Na deze uiteenzetting kan ik overgaan tot de bespreking van het vreemde verschijnsel, dat ik bij sommige der bovenbedoelde, opgevroren tarweplanten waarnam. De hier bedoelde planten hadden het voorkomen van nevensgaande figuur 5. Daarin stelt a voor de plaats, waar de korrel heeft gelegen, dus ook het begin van den stengel der tarweplant. Het eerste lid van dien stengel strekt zich uit van a naar b ; en bij b heeft zich de kroon gevormd. Daar vindt men het vervolg van den

hoofdstengel *c*, maar ook bijstengels *d d*. Aan de kroon hebben zich ook de kroonwortels gevormd (*e*). Tevens echter hebben bij *a*, dus aan het benedenste einde van 't onderaardsche stengellid, zich eenige bebladerde halm-pjes (*f*) gevormd, en ook nieuwe wortels (*g*). De wortels *a*₁ waren reeds kort na de kieming ontstaan, maar later grootendeels gestorven.

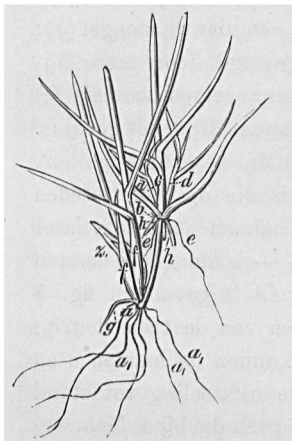


Fig. 5.

De ongewone wasdom komt dus hierop neer, dat uitstoeling en vorming van wortels heeft plaatsgehad zoowel aan 't begin als aan 't eind van het eerste (het onderaardsche) stengellid, m. a. w. zoowel aan den eersten als aan den tweeden knoop.

Hoe dezen ongewonen wasdom te verklaren?

Ik stel mij de zaak aldus voor: De korrel is in 't vorige najaar matig diep gezaaid. Toen is bij *a* het eerste blad (*z*) gevormd, dat aanvankelijk het onderaardsche stengellid omhulde, maar weldra zich geheel loswikkelde. Het eerste stengellid groeide van *a* uit, tot het bij *b* de bodemoppervlakte bereikte, waar zich een nieuwe knoop (de kroon) vormde, in welks verlengde eerst de bovenaardsche halm (*c*) gevormd werd, terwijl weldra de bijstengels *d d* en de kroonwortels *e* ontstonden. Zóó is het tarweplantje den winter ingegaan. In 't voorjaar echter is de grond bevroren; het niveau van den bodem verhief zich en het plantje ging mee naar boven. Maar toen later de dooi inviel, daalde de bodemoppervlakte weer, en het jonge plantje kwam met zijne kroon *b* en met een gedeelte der kroonwortels (*e*) bloot te liggen. Toch stierf het plantje nog niet, hoewel het natuurlijk niet flink meer groeide. Het trachtte door de vorming van nieuwe wortels (*h*) zich met den grond in betere verbinding te stellen; op het tijdstip echter, waarop ik het plantje in handen kreeg, waren deze worteltjes nog niet in den bodem gedrongen; het waren dus nog luchtwortels, gelijk ook aan hunne structuur zichtbaar was.

Gelijk ik reeds zeide, was door het bevroren van den grond de geheele plant omhoog geheven, terwijl zij bij 't dooien niet met den grond weer daalde. De korrel zelve of (wanneer deze reeds verdwenen was) de plaats, waar deze heeft gelegen (*a*), was dicht bij de bodemoppervlakte gekomen, maar in ieder geval in den grond gebleven, terwijl *b* er uit gelicht was. De stengel *c* en zijne bijstengels *d* konden niet tot verdere

ontwikkeling geraken; maar nu begonnen de wortels a_1 , a_1 , die naar den gewonen gang van zaken bestemd zouden zijn geweest om spoedig te sterven en te verdwijnen, op nieuw te groeien; en bij a , in den oksel van het eerste blad z , vormde zich weldra een nieuwe stengel (f), eigenlijk dus een bijstengel van ab , weldra gevolgd door meer bijstengels. Deze begonnen ook langzamerhand hunne eigen wortels (g) te vormen, zooals dit met de bijstengels der granen altijd het geval is.

In het geval, voorgesteld in fig. 5, vindt men dus twee tarwepollen, voortgekomen uit ééne enkele korrel: eerst is die op den tweeden stengelknoop of de kroon b gevormd (met de halmen c , d , d), later — nadat deze kroon uit den grond was gelicht, — is die op den eersten stengelknoop (a) ontstaan (met de halmen f .) In 't geval, in fig. 5 afgebeeld, zijn beide pollen in leven, maar geen van de twee fleurig. Bereiken de luchtworteltjes h den grond, dan kunnen de halmen c en d zich verder ontwikkelen en er kan nieuwe uitstoeling tot stand komen. Dan groeit misschien de pol bij b ten koste van die bij a . Maar bereiken de worteltjes h de bodemoppervlakte niet spoedig genoeg, dan is de eerste pol bestemd om te sterven, en zal die bij a tot meerdere ontwikkeling kunnen geraken. Er is ook kans dat beide pollen blijven leven, hoewel ze dan zeker geen van de twee flinke halmen zullen vormen.

Ik wil niet van het opvriezen afstappen, zonder eenige mededeelingen te hebben gedaan betreffende de omstandigheden, waaronder vooral dit verschijnsel zich voordoet.

Daar voor het opvriezen noodig is, dat het water der bovenste aardlagen in ijs verandert, zoo laat het zich verwachten, dat op die gronden, welke de grootste hoeveelheden water absorbeeren, het opvriezen 't meest zal voorkomen. Inderdaad vertoont zich dit opvriezen dan ook veel meer op humus-, veen- en kleigrond dan op zandgrond; en drooglegging van den bodem door drainage of door greppels is op een' bodem, die veel aan de kwaal is blootgesteld, het beste middel om de beschadiging te voorkomen.

Bij graanplanten, die opgevroren zijn, is het soms mogelijk, een tamelijk afdoend geneesmiddel aan te wijzen. Het bestaat daarin, dat men de akkers, waar de kwaal veel voorkomt, zoodra het veld behoorlijk droog is geworden, met eene zware rol behandelt; daardoor worden de graanplantjes, die op den grond lagen, daar tegen aan gedrukt, en aldus worden de uit den bodem gelichte wortels in staat gesteld, zich verder in den grond uit te breiden, terwijl ook aan de

nieuwe kroonwortels (fig 5, *h*), die zich oorspronkelijk als luchtwortels hebben gevormd, de gelegenheid wordt gegeven, den bodem in te dringen. Op deze wijze kunnen de opgevroren planten later nog flinke, krachtige halmen geven.

Ook jonge boompjes (boomkiemplantjes), die door de vorst zijn opgeheven, laat men zoo spoedig mogelijk, stuk voor stuk, weer in den grond drukken; daarna laat men de bedden met fijne aarde bestrooien, opdat de plantjes weer zoo diep komen te staan als voorheen.

KÜHN zegt, dat de rijenteelt (»drill-kultuur») een zeer goed middel is om het opvriezen der graanplanten te voorkomen; althans wanneer de ruimten tusschen de rijen in den herfst flink met de hak worden schoon gehouden. Want door het hakken ontstaan a. h. w. kleine gootjes tusschen de rijen planten, in welke gootjes het water voor een groot gedeelte wegtrekt; dáár grijpt dan ook dikwijls in meer of minder sterke mate het omhoog vriezen van den bodem plaats, terwijl de plantenrijen er van verschoond blijven.

Het spreekt van zelf, dat, zoolang de bodem met sneeuw bedekt is, er van opvriezen der planten geen sprake kan zijn.

Een ander verschijnsel, dat dezen winter hier te lande veel aan de wintergranen, maar in 't vroege voorjaar ook aan de zomergranen werd waargenomen, is het *rotten* der onderaardsche deelen, 't zij van de wortels of van de onderaardsche stengeldeelen. De Duitschers¹ noemen dit verschijnsel: »Aussauern» »Versumpfung» of »Wurzelsfäule»; en wij zouden zeer geschikt den naam »wortelrot» er voor kunnen invoeren.

Dit verschijnsel is volstrekt niet juist aan den *winter* of het *vroege voorjaar* gebonden; het doet zich voor bij iedere plant, die voortdurend in eenen grond blijft staan, welke met water zoodanig doortrokken is, dat alle holten des bodems er door gevuld zijn.

De bodem bestaat uit kleine stukjes, uit korreltjes of brokjes van verschillende gesteenten en mineralen; en het water, 't welk zich in zoodanigen bodem bevindt, is er op zoodanige wijze in verbreid, dat elk bodemdeeltje door een laagje water omhuld wordt. Dit laagje is dikker of dunner, alnaarmate de bodem meer of minder water bevat. Maar

¹ FRANK, *Die Krankheiten der Pflanzen*», bl. 220; — SORAUER, *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, 2de Aufl. I. bl. 80, 81.

bij iederen bodem, dien wij droog of matig vochtig noemen, zijn de holten tusschen de verschillende aarddeeltjes niet *volkomen* met water gevuld; in de openingen, die er aldus tusschen de kleinste aarddeeltjes overblijven, is lucht. Al deze openingen staan met elkander in verbinding; en de lucht van den dampkring kan er van buiten af in doordringen.

Vult men een' bloempot met aarde, en begiet men deze aarde met water, dan slorpt de grond voortdurend water op; hij wordt vochtiger; m. a. w. de waterlagen rondom de aarddeeltjes worden dikker. Maar eindelijk is de grond zóó vochthoudend geworden, dat hij geen water meer kan opnemen, en dat naarmate men zijne oppervlakte begiet, het water van onderen uit de gaten van den bloempot wegvloeit. De grond is dan geheel met water »verzadigd". De waterlagen rondom de aarddeeltjes, die den bodem samenstellen, zijn dan zóó dik geworden, dat zij elkaar aanraken; het gevolg is, dat de lucht niet meer, als vroeger, vrij van buiten af door den grond kan circuleeren.

Hoe spoedig dit »verzadigingspunt" van den bodem wordt bereikt, hangt af van den aard des bodems, bepaaldelijk van het aantal en de afmeting der openingen tusschen de aarddeeltjes. Zandbodem verhoudt zich in dit opzicht geheel anders als klei- en leembodem. De korrels, waaruit een zandbodem bestaat, zijn in 't algemeen veel grooter; maar dan zijn ook de openingen tusschen deze korrels veel grooter; de luchtbeweging kan dus op veel ruimer schaal er doorheen plaats grijpen dan door een' kleibodem. Immers bij sterke bevochtiging zijn de groote poriën op verre na niet zoo spoedig gevuld. En zelfs wanneer een zandbodem volkomen met water verzadigd is, kan het water betrekkelijk spoedig weer door de groote poriën naar beneden afvloeien en ook gemakkelijk verdampen.

Geheel anders zijn de klei- en leemgronden, die uit kleine bodemdeeltjes zijn samengesteld, maar waar ook tusschen deze deeltjes zeer kleine openingen zich bevinden. Deze gronden laten de lucht veel minder gemakkelijk door; en bij bevochtiging zijn de ruimten, waardoor anders de lucht circuleert, zeer spoedig met water gevuld. Wat van klei- en leembodems geldt, geldt ook van verscheiden fijnkorrelige zandgronden, vooral van dezulke, die lang in kultuur zijn geweest.

Laag gelegen of slecht afwaterende gronden met fijnkorrelige structuur hebben bij langdurig nat weer veel kans, dat zij voor langen tijd met water verzadigd blijven, zoodat de lucht in hunne poriën niet kan binnendringen. Nu zijn er planten, die daar tegen kunnen, nl.

de zoogenoemde »moerasplanten". Maar het meerendeel der planten kan daar volstrekt niet tegen; de onderaardsche deelen beginnen te rotten. Men zou dit verschijnsel, dat in het duitsch »*Wurzelfäule*" wordt genoemd, het best met den naam »*wortelrot*" kunnen bestempelen; met dien verstande echter, dat men het woord »*wortel*" niet in botanischen zin opvatte, maar dat men er onder versta *alle onderaardsche deelen der plant*; m. a. w. dat men het woord *wortel* neme in populairen zin. Immers, gelijk nader zal blijken, kunnen ook onderaardsche *stengeldeelen* door het »*wortelrot*" worden aangetast.

De verschijnselen van het wortelrot kan men gemakkelijk in 't leven roepen; men behoeft daartoe slechts een' tijd lang potplanten zeer overvloedig te begieten. In de vrije natuur zijn de planten op klei-, leem- en veenbodem er het meest aan blootgesteld, vooral wanneer zij slecht afwateren. Ook lijden niet alle planten er in gelijke mate aan. Daar het overtollige water naar beneden wegzinkt, zijn de diepere lagen het eerst blootgesteld aan schadelijken waterovervloed. Onder overigens gelijke omstandigheden dus zullen gewoonlijk diep wortelende planten eerder last van het wortelrot hebben dan de ondiepwortelende; want deze laatsten komen met hare wortels niet tot in de bodemlagen, die geheel met water verzadigd zijn. Onder overigens gelijke omstandigheden hebben dus de diep wortelende vlinderbloemigen (als erwten en klaver) meer te lijden dan de ondiep wortelende, zooals granen en grassen. Verder gaan, als al het overige gelijk is, door het wortelrot eerder die planten geheel te gronde, bij welke ook onderaardsche stengeldeelen er door worden aangetast, dan die, bij welke zich de verschijnselen alleen tot het wortelstelsel bepalen, althans wanneer niet de hoofdwortel, maar alleen een gedeelte der bijwortels gaat rotten.

De verschijnselen, die zich bij het wortelrot voordoen, zijn in hoofdzaken de volgende. De deelen der plant, welke er door worden aangetast, beginnen aan hunne buitenoppervlakte te sterven; en langzamerhand gaat de rotting voort, van binnen naar buiten toe. Aangezien het sterven van ieder deel des wortels eerst plaats grijpt, nadat de natheid van den grond er reeds een' tijd lang op heeft ingewerkt, zoo blijven gewoonlijk de worteluiteinden nog een poos gezond, nadat reeds de hoogere deelen der wortels in rotting zijn overgegaan. Het spreekt echter van zelf, dat ook deze worteluiteinden weldra moeten volgen; maar toch kan de plant, juist door het levend blijven dezer deelen, haar leven nog een' tijd lang rekken. Immers de bij

de vocht- en voedselopneming zoo actief werkzame worteluiteinden gaan, zoolang zij leven, voort hunne functie te verrichten; en in de hoogere deelen der wortels, hoewel die reeds stervende zijn, zijn de houtgedeelten der vaatbundels nog een poos lang zeer goed in staat, de opgenomen stoffen naar boven te transporteeren, zoodat de ongeschonden gebleven bovenaardsche deelen der plant nog geen gebrek behoeven te lijden. Weldra echter doet het afsterven der wortels zijn invloed ook op de bovenaardsche deelen der plant gevoelen.

Het is bekend, dat vaak kwijnende en stervende planten de neiging hebben, in hare nog gezonde deelen nieuwe knoppen (»adventief knoppen») te vormen.¹ Zoo ontstaan ook aan de nog levende deelen der wortels, vooral aan het bovenste gedeelte van den hoofdwortel, nieuwe (»adventief») wortels; zelfs de stengel vormt zulke worteltjes vlak boven den grond. Het is, als wilde de plant zoo lang mogelijk haar leven rekken, door nieuwe worteltjes te vormen, die althans nog korten tijd de afgestorven wortels kunnen vervangen. En inderdaad gelukt dit soms, namelijk wanneer intusschen de bodem droger wordt. Geschiedt dit niet, dan sterven natuurlijk de bovenaardsche deelen, en wel de benedenste bladeren en takken het eerst; de jongste bladeren en takken houden het langst stand.

Zoals ik reeds boven zei, zijn gewoonlijk de diepere grondlagen meer waterhoudend dan de hoogere; waarom dan ook meestal de diep wortelende gewassen het eerst aan wortelrot lijden. Maar het kan ook voorkomen, dat de hoogere lagen van den grond meer waterhoudend zijn.

De lage wintertemperatuur doet haren invloed het allereerst gelden op het water in de bovenste aardlaag, 't welk in ijs overgaat, terwijl — zooals men zich uitdrukt — »de vorst in de diepere lagen van den grond nog niet is doorgedrongen.» Tusschen de in de bovenste aardlaag gevormde ijskristallen zijn kleine ruimten overgebleven, die

¹ De onderzoekingen van dr. WAKKER (*Onderzoekingen over adventieve knoppen*, 1885) en van prof. HUGO DE VRIES (*Ueber abnormale Entstehung secundärer Gewebe; Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftl. Botanik*, 1890. Bd. XXII, bl. 63) hebben — althans bij *Bryophyllum* — aangetoond, dat de ontwikkeling van adventiefknoppen juist dan tot stand komt, wanneer de watertoevoer naar het deel, waar zich de adventiefknoppen vormen, is opgehouden of verzwakt. Dr. JANSE zoekt in dit feit de verklaring van het uitloopen van talrijke wortels en knoppen aan de bovenaardsche geledingen van sereh-ziek suikerriet. (*Mededeelingen uit 's Lands plantentuin*. VIII. »Proeve eener verklaring van de sereh-verschijnselen.» 1891.)

eene soort van haarbuisjes (»capillairen») vormen, waarin het water uit de lagere deelen opstijgt, om er daarna te bevrozen. Laat zich de invloed der koude ook in de lagere deelen van den grond gelden, dan ontstaan dáár op dezelfde wijze haarbuisjes, waarin ook al weer het water uit de nog lagere deelen wordt naar boven gezogen. In 't algemeen kan men dus zeggen, dat door de vorst het water uit de lagere grondlagen naar de hoogere wordt verplaatst.

Wanneer nu de dooi invalt, dan doet zich de hoogere temperatuur der lucht allereerst gelden in de bovenste bodemlagen. Dáár smelt het water; maar het kan niet weg, daar het ijs, dat in de lagere grondlagen alle openingen aanvult, aldaar nog niet is gesmolten. Wanneer het nu blijft doordooien, dan strekt zich de dooi regelmatig verder naar beneden uit, en de planten ondergaan geenerlei schadelijken invloed, behalve misschien dien van het »opvriezen», waarover ik op bl. 358 tot 365 sprak. Wanneer het echter na dooiweer spoedig weder begint te vriezen, vooral wanneer dooi en vorst elkander *herhaaldelijk* opvolgen, zooals dit het geval is bij hevige nachtvorsten, die met zonnige dagen afwisselen, dan is er alle gelegenheid voor het ontstaan van »wortelrot.» De diepere lagen van den grond blijven dan bevroren; en daar de poriën tusschen de aardbrokjes, waaruit ze bestaan, vol ijs zitten, kan het water, dat in de hoogere grondlagen door den dooi gevormd wordt, niet naar beneden zakken. De wortels, die zich in deze bovenste lagen bevinden, zijn dan voortdurend voor lucht ontoegankelijk; want zijn de bovenste lagen bevroren, dan zijn de holten in den grond aldaar met ijs gevuld; zijn de bovenste lagen ontdood, dan zijn deze poriën vol water. Het ligt in den aard van de zaak, dat er in dit geval alle kans is, dat »wortelrot» zich vertoont. En daar hier in de bovenste aardlaag de grootste kans voor dit verschijnsel aanwezig is, spreekt het van zelf, dat *hier* juist die planten het meest aan 't rot zullen onderhevig zijn, welke hare wortels in de bovenste aardlagen uitbreiden. Wintergranen zullen er dus in het hier bedoelde geval meer aan zijn blootgesteld dan klaver.

Hetzelfde verschijnsel kan zich voordoen, wanneer in 't voorjaar de bodem met sneeuw bedekt is, die eerst aan hare oppervlakte ontdooit en daarna weer befrist; door gedurige herhaling van dit verschijnsel wordt de beweging der atmosferische lucht door den bodem geweerd en wordt soms voor langeren of korteren tijd veel water in de bovenste aardlagen opgehoopt.

Het behoeft geene verwondering te baren, dat onder de boven-

vermelde omstandigheden, waarbij de bovenste grondlagen zeer vochtig zijn en de luchtstrooming door den bodem wordt onmogelijk gemaakt, de wortels der wintergranen veel kans hebben, door »het rot» te worden aangetast. Maar niet de *wortels* alleen; eveneens de onderaardsche stengeldeelen. Zoo ontving ik van mijn' oud-leerling, den heer J. VAN DER KOOGH, landbouwer te Middelharnis (Overflakkee) in de maand Maart van dit jaar een aantal zieke tarweplantjes, met het volgende begeleidende schrijven: »Op ons eiland zijn de meeste, ja nagenoeg alle landbouwers, genoodzaakt, een gedeelte van hun winterkoren, voornamelijk tarwe, om te ploegen en eene andere vrucht er voor in plaats te zaaien. Ook verscheiden stukken gerst verkeeren in een' deerniswaardigen toestand en hebben van dezelfde ziekte... te lijden als de tarwe. Het ziekteverschijnsel komt hierop neer, dat de tarweplant bij de minste aanraking uit den grond kan worden getrokken, met achterlating van haren wortel. Een of anderhalve centimeter onder den grond laat zij los en toont die plaats duidelijk aan door een bruin plekje aan den wortelhals of reeds in den stengel.»

Mijn onderzoek leerde mij, dat noch insektenlarven, noch aaltjes, noch zwamdraden in de zieke planten aanwezig waren. De zieke planten, welker voorkomen door den heer VAN DER KOOGH zeer juist werd beschreven, waren blijkbaar door het wortelrot aangetast, én wel niet slechts in de wortels, maar ook in het onderaardsch stengelgedeelte, namelijk in het lid, dat van de plaats, waar vroeger de korrel was, zich naar de kroon uitstrekke (Fig. 4, a b). Later kwam een ander landbouwer uit Overflakkee mij mondeling over de ziekte raadplegen; en toen bleek, dat zij aldaar zeer veel voorkwam, en wel het meest op de zwaarste gronden en op die terreinen, welke het laagst waren gelegen of althans het moeilijkst hun water konden kwijtraken. Deze feiten steunden de door mij gegeven verklaring; eveneens deed dit de omstandigheid, dat in 't algemeen de 't allerlaatst gezaaide planten het meest waren aangetast. Immers deze planten waren het zwakst, toen zij den winter ingingen en konden dus het moeilijkst weerstand bieden; vooral ook omdat haar wortelstelsel nog slechts weinig ontwikkeld was.

Niet slechts het *wintergraan* had in de laatste maanden van het wortelrot te lijden, maar ook het *zomergraan*. En geen wonder. Al bleef het voorjaarswee uit, de zomergranen moesten toch worden gezaaid; maar de jonge, teere plantjes hadden het, bij de gedurige afwisseling tusschen dooi en vorst, door de overmatige vochtigheid van den grond zwaar te verantwoorden. In de maand April van dit jaar ontving ik

van een' derden oud-leerling, den heer ELING TICHELAAR te Loppersum (Groningen), jonge planten van Probsteier haver, met verzoek om inlichtingen aangaande de ziekte, die zich in deze planten voordeed. De haver, op 26 Maart gezaaid, kwam aanvankelijk goed op; maar gaandeweg werden meer plantjes wat geelachtig gekleurd; er stierven er verscheidene af, en de stand werd dus dunner. In den aanvang werd aan vreterij (bijv. door ritnaalden) gedacht; maar deze strekt zich nooit zoo gelijkmatig over een groot veld uit, als in dit geval voorkwam. De wortels der zieke plantjes begonnen te sterven, ja van vele waren de wortels reeds zoo goed als dood. Maar van sommige was ook een gedeelte van den onder de bodemoppervlakte verscholen stengel (Fig. 6 bij *b*) gestorven of althans stervende. Merkwaardig was de vorming van nieuwe worteltjes (*c*) aan den onderaardschen stengel, en

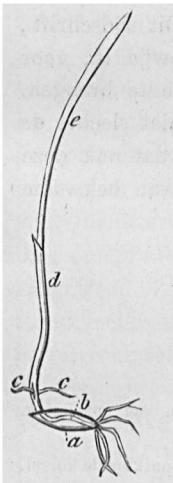


Fig. 6.

wel op eene plaats, waar anders in normale gevallen geene wortels ontstaan, nl. even boven de korrel. Hier, waar geen knoop aanwezig was, hadden zich bij sommige planten aan den stengel een tweetal wortels gevormd, die natuurlijk het den halm omsluitende eerste blad *d* moesten doorboren om naar buiten te kunnen komen. Toch had — althans bij vele plantjes — de vorming van deze nieuwe worteltjes het leven der jonge plant niet kunnen redden.

Mijn correspondent verwonderde zich eenigszins over het feit, dat juist de Probsteier haver, gezaaid »op zeer krachtig land, nl. gescheurd tweejarig klaverweiland» zoo veel van de kwaal te lijden had, terwijl andere Probsteier-, zoowel als gewone zwarte haver, »op minder krachtig land gezaaid, in opkomen en stand niets te wenschen overliet.» Inderdaad, op het eerste oogblik klinkt het vreemd, dat juist op den besten grond de planten het meest te lijden hadden. Maar toch laat zich dit feit wel verklaren. Hoe lossere de bodem is, des te dieper en des te sterker zal zich de afwisseling tusschen de lage temperatuur der nacht en de hooge temperatuur van den dag doen gelden; hoe stijver, dichter de bodem, des te minder diep zal deze afwisseling worden waargenomen. Gescheurd klaverweiland, hoe vruchtbaar ook, zal dus in het bepaalde geval, waarmee wij hier te maken hebben, in *ongunstiger* condities verkeeren dan stijvere, op zich zelf minder goed in kultuur zijnde grond.

Zoo laat zich ook een ander feit, dat bij oppervlakkige beschouwing vreemd lijkt, verklaren. Mijn correspondent, de heer TICHELAAER, schrijft nl.: »Niet onvermeld mag blijven, dat de haver op de zoogenoemde *wendakkers* goed staat, terwijl overal elders op het veld van 3 H. A. de stand slecht is, zoodat het veld op nieuw moet worden bezaaid. De wendakkers worden natuurlijk altijd in een' iets minder gunstigen physischen toestand gebracht door 't herhaaldelijk wenden met paarden, eggen, zaaimachine, enz.; in één woord ze worden dicht en vast." Zoo'n op zich zelf ongunstige, stijve, dichte bodem verkeert in een' winter en in een voorjaar als dat van 1892 in gunstige conditie. Zoo heeft dan ook het graan op de akkers, die laat in den herfst bewerkt werden, in het gure getijde meer geleden, dan dat op vroeg bewerkte, wijl deze bij het invallen van de koude niet meer zoo open lagen.

Hiermee wil ik eindigen. Ik heb mij veroorloofd, in dit tijdschrift, 't welk anders meer aan zuivere natuurwetenschap gewijd is, voor een keer eenige ervaringen van landbouwers ter sprake te brengen. Ik hoop dat er althans eenigszins uit gebleken is, dat niet slechts de plantenteelt van de natuurwetenschap profiteert, maar dat ook deze haar voordeel kan doen met de praktische ervaringen van bekwame landbouwers en tuinbouwkundigen.

Wageningen, 2 Mei 1892.

VERKLARING DER FIGUREN.

- Fig. 1. Jonge boompjes van de fijne spar, in verschillende tijdperken van opvriezing.
- » 2. Kiemende tarwekorrel.
 - » 3. Jonge tarweplant, ontstaan uit eene op of vlak onder den grond ontkiemde korrel.
 - » 4. Iets oudere tarweplant, ontstaan uit eene dieper gezaaide korrel. — xy = oppervlakte van den bodem.
 - » 5. Opgevroren tarweplant, in April van dit jaar. Eerst heeft aan de kroon (δ) uitstoeling plaats gehad, later op de plaats waar de korrel heeft gelegen (a).
 - » 6. Haverplant, (begin van April) in δ lijdende aan wortelrot, en in c adventiefwortels vormende. a = omtrek van de haverkorrel. Binnen den wand van deze strekt het gebogen, met dunne lijnen aangeduide stengeldeel zich uit.

Voor nadere verklaring: zie den text.

Fig. 1 is ontleend aan RICHARD HESS, »Forstschutz"; fig. 3, 5 en 6 zijn door mij naar de voorwerpen geteekend; fig. 2 en 4 zijn meer of min schematische figuren.