

rottenden stengel zullen vormen en later in den grond overgaan bij de verdere ontbinding van de stengelweefsels. — Als men op die wijze gedurende eenige achtereenvolgende jaren het uitroeien der besmette planten wil voortzetten, moet de ziekte verdwijnen of ten minste zeer sterk verminderen. »

Van waar de ziekte afkomstig is, kan thans niet uitgemakt worden: in Amerika, het vaderland van de maïsplant, schijnt zij onbekend te zijn en op Java heeft RACIBORSKI te vergeefs naar een wilde grassoort gezocht, die door *Peronospora maydis* zou aangetast zijn en van waar de besmetting op de maïs zou overgegaan zijn. — Er dient hier bijgevoegd te worden, dat *Peronospora maydis* tot nog toe de eenig bekende Peronosporacee is, die op een grassoort werd gevonden.

« Volgens de ervaringen, die men heeft opgedaan nopens de snelle verbreiding van sommige woekerziekten bij zeer verspreide cultuurgewassen, zooals den aardappel, de koffieplant, den wijnstok, den maluwe, enz., is het te vreezen, dat ook de lijerziekte, in eene meer of minder verwijderde toekomst, eene voor de landbouwers zeer onaangename wandeling door de maïsverbouwende streken zal doen. » —

Juist daarom scheen het ons nuttig hier een verslag over RACIBORSKI's werk te geven.

G. STAES.

De Knolvoeten van Koolen, Knollen en andere Kruisbloemige Planten.

Koolen, knollen of rapen en andere kruisbloemige gewassen worden dikwijls aangetast door een ziekte, die men knolvoeten heeft genoemd naar het eigenaardig uitzicht, dat de wortels der aangetaste planten vertoonen. In België bestaan nog een aantal gewestelijke namen voor deze ziekte; zeer verspreid zijn vooral: kwab, kwabbe of kwabziekte, en knol⁽¹⁾ of

(1) Knol wordt in België zelden gebruikt in de beteekenis van raap

knolziekte; klinker werd ons medegedeeld uit de omstreken van Brugge. — Volgens sommige buitenland-sche schrijvers zou men ten onzent deze ziekte ook vingerziekte (en in onze Waalsche provinciën: *maladie digitoire*) noemen, doch geen van de beide uitdrukkingen hebben wij ooit hooren gebruiken; wij meenen veeleer, dat zij in België *gemaakt* zijn naar een der vreemde benamingen, b. v. naar het Engelsch: „fingers and toes“.

Knolvoeten worden aangetroffen bij de verschillende koolsoorten (roode, witte, kabuis-, savooi-, blad- en bloemkoolen, spruitjes of spruitkoolen), bij de knollen of rapen, de koolrapen



Fig. 1. — Knolvoeten bij knol of raap. (Naar de natuur).



Fig 2. — Knolvoeten bij een roode-koolplant. (Naar WORONIN).

en het koolzaad, met een woord bij al de variëteiten van: *Brassica oleracea*, *B. Rapa* en *B. Napus*; verder (volgens

een waarneming, die in Noord-Amerika werd gedaan), ook bij de radijzen; daarenboven bij een aantal wilde, kruisbloemige gewassen, waaronder de wilde mostaard (herik of krodde, *Sinapis arvensis*) in de eerste plaats dient genoemd te worden. — Eindelijk werd de ziekte ook waargenomen bij sierplanten, die eveneens tot de Kruisbloemigen (Cruciferen) behooren, zooals de eenjarige violier of leukooi (*Matthiola annua* Sw.) en de scheefbloem (*Iberis umbellata* L.). — Waarschijnlijk zal de lijst van de planten, bij dewelke knolvoeten kunnen voorkomen, door verder onderzoek nog aanzienlijk uitgebreid worden.

De uitwendige verschijnselen.

De wortels der aangetaste planten vertoonen kleinere of grootere opzwellingen; op den hoofdwortel kunnen deze zelfs de grootte van een vuist bereiken; soms ontstaan ook afzonderlijk opzwellingen aan de dunnere zijwortels, die dan, onder en boven de verdikte plaatsen, hunne normale dikte bewaren (Fig. 3) — Het gebeurt ook wel dat bij de rapen de wortelknol (d. i. het vleezig gedeelte van den hoofdwortel) gedeeld wordt in verscheidene kwabben, die alleen aan den wortelhals samenhangen, — zoodat men zulks, met wat goeden wil, met een hand met uitgespreide vingers kan vergelijken. Verschijnselen van gelijken aard kunnen ook bij de andere genoemde planten, b. v. bij koolplanten voorkomen.

De zieke opzwellingen hebben meestal een oneffen, wrattigen buitenwand (zie b. v. fig. 1); zij worden steeds grooter en breiden zich daarbij over een steeds aanzienlijker gedeelte van den wortel uit; de hoofdwortel vooral vormt in een dergelijk geval immer hooger en hooger (naar den voet van den stengel toe) nieuwe kleine wortels. — Aldus wordt dikwijls de geheele hoofdwortel door de ziekte aangetast, en blijft de plant nog slechts in den grond vastgehecht door de opzwellings zelf, ofwel door enkele wortels, die weleens boven den grond uit den stengel zelf ontspringen.

Die opzwellingen worden later week en gaan in rotting over, waarbij een brijachtige vloeibare stof ontstaat, die een zeer onaangename lucht verspreidt. Alsdan sterft de heele plant, en van de opbrengst blijft niets of slechts zeer weinig over: de verliezen zijn des te grooter, naarmate de gewassen in sterkere mate en sinds langeren tijd

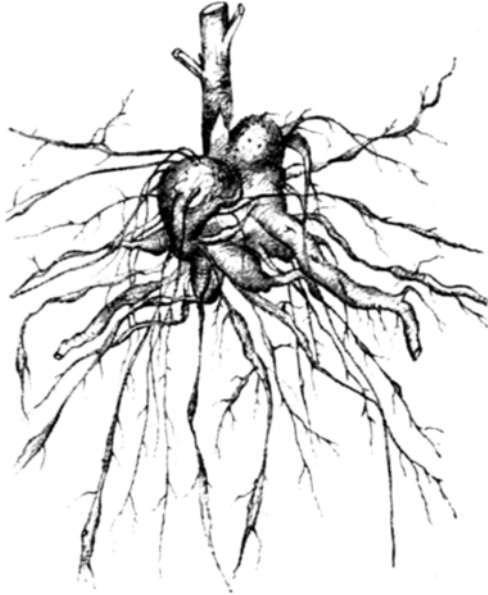


Fig. 3. — Knolvoeten bij een jonge bloemkoolplant. (Naar Woronin).

aangetast zijn. — Zoo kan de ziekte reeds bij kiemplanten voorkomen, en in een dergelijk geval gaan deze reeds zeer vroegtijdig te gronde. Komt zij eerst in een later levens-tijdperk te voorschijn, dan gaan de aangetaste planten aan 't kwijnen, en dit duurt gewoonlijk vrij langen tijd; dikwijls wordt men slechts bij het oogsten gewaar hoe aanzienlijk de schade is. — Wanneer in het laatste groei-tijdperk van krachtige, goed ontwikkelde planten, een of slechts enkele zijwortels door deze ziekte aangetast worden, blijft het verlies meestal gering.

Zelfs zonder de wortels van de planten te onderzoeken, is het, bij een aandachtig gadeslaan der voorkomende

verschijnselen, meestal gemakkelijk om op een akker de aangetaste van de niet aangetaste exemplaren te onderscheiden: de bladeren, ofwel de stengels en de bladeren van de zieke planten blijven in hunne ontwikkeling bij de gezonde individuen ten achteren; het loof der zieke planten is minder levendig gekleurd en verwelkt spoedig bij droog, zonnig weder, maar gewoonlijk herstellen de aangetaste planten eenigszins gedurende den nacht, althans wat haar uitwendig uitzicht betreft. Zieke koolplanten vormen geen *hoofden* of *kroppen*.

Deze ziekte is thans zeer verspreid in de meeste landen van Europa en Amerika; ook ten onzent is zij volstrekt niet zeldzaam en de door haar veroorzaakte verliezen worden, vooral in regenachtige jaren en op vochtige gronden, soms zeer aanzienlijk. Zij werd voor de eerste maal nauwkeurig beschreven in 1878 door den Russischen geleerde WORONIN; het staat echter vast dat die ziekte sinds veel langeren tijd voorkomt, maar waarschijnlijk berokkende zij vroeger minder nadeel en bleef derhalve onopgemerkt of werd de moeite niet waard geacht beschreven te worden. ⁽¹⁾

Het microscopisch onderzoek der opzwellingen.

Oorzaak der knolvoeten.

Een doorsnede van een wortelopzwellung, b. v. bij een knol, heeft nagenoeg hetzelfde uitzicht als die van een gezonden wortel; het weefsel is echter, op de aangetaste plaatsen, iets weeker en wateriger, maar, althans in den beginne, heeft het geen ongewone kleur; later echter, wanneer de ontbinding begonnen is, wordt het verdikt gedeelte van binnen bruin.

Deze ziekte wordt teweeggebracht door een slijmzwam (Myxomyceet): *Plasmodiophora Brassicae* WORON.

Wanneer men een zeer dunne doorsnede van een verdikt gedeelte met de noodige voorzorgen onder den microscoop onderzoekt, ontwaart men vooral in het schorsweefsel van den wortel, eenige (soms vrij talrijke) cellen die door haar buitengewone grootte onmiddellijk

(1) Het woord *Kwabbé* wordt in Vlaanderen sedert langen tijd (ruim een halve eeuw) in den zin van *Knolvoeten* gebruikt.

in 't oog springen. — De oorspronkelijke inhoud van deze cellen is gedeeltelijk (of zelfs, in vele gevallen, geheel) verdwenen; in de plaats daarvan vindt men een klompje ondoorschijnend, fijnkorrelig protoplasma, dat geen bepaalden vorm heeft en zelfs voortdurend van gedaante verandert. Dit klompje protoplasma, dat als slijm uitziet, is een ontwikkelingstoestand van de bovengenoemde slijmzwam (1) — Deze toestand noemt men het *plasmodium*: het heeft *geen* wand, het bestaat uit *naakt protoplasma*; het kan van vorm veranderen en zich verplaatsen. Door zijne tegenwoordigheid in de cellen van de waardplant, veroorzaakt het plasmodium een aanzienlijke aangroeiing en herhaalde deelingen dezer cellen. — Het voedt zich met den inhoud der cellen, die al spoedig volkomen verdwijnt; het kan ook een cel verlaten en zich in een nabijgelegen cel begeven om er dezelfde verwoesting aan te richten. — Het is door de achtereenvolgende deelingen van de cellen, die door *Plasmodiophora* bewoond worden, en door haar toenemen in grootte, dat de abnormale opzwellingen ontstaan.

Gewoonlijk, althans in den beginne, worden de aangetaste cellen niet heel en al door het plasmodium gevuld; men ziet alsdan dikwijls dat het plasmodium armpjes uitstulpt, die zich in verschillende richtingen in de cel uitstrekken, (zie fig. 4). — Na korteren of langeren tijd komt verandering in den bouw van het plasmodium, hetwelk ten laatste, althans gewoonlijk, de heele ruimte van de cel inneemt: er ontstaan, van binnen in het plasmodium, een aantal kleine blaasjes, die steeds duidelijker worden, zoodat het wel eenigszins op schuim gaat gelijken.

Het protoplasma van het plasmodium deelt zich nu nagenoeg gelijkmatig in een aantal klompjes; rondom ieder blaasje ontstaat een klompje. — Nog iets later wordt ieder klompje van een wand voorzien. Op die wijze geeft

(1) Daar de zwammen, die tot dezelfde groep als *Plasmodiophora* behooren, alle dien toestand doorloopen, waarin zij als slijm uitzien, werden zij *slijmzwammen* genoemd. Zie ook *Tijdschr. over Plantenziekten*, 1^e Jaarg., 2^e Aflev.).

het plasmodium het aanzijn aan sporen. — Deze sporen vullen de gansche cel op (zie fig. 5); zij zijn onbeweeglijk en blijven in het weefsel der waardplant zitten, op de plaats waar zij ontstaan zijn. — Wij willen hier terloops doen opmerken dat *Plasmodiophora* alleen in den sporetoestand een wand vertoont.



Fig. 4.— Cellen van het schorsweefsel, die plasmodien bevatten. Al deze cellen zijn zeer groot in vergelijking met de normale (in het midden gelegen) cel, die geen plasmodium bevat.

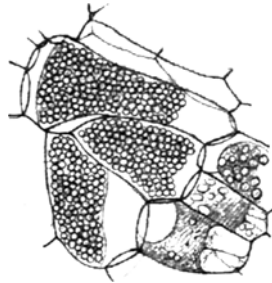


Fig. 5. — In de drie cellen links, zijn tatrijke sporen gevormd.

Wanneer het opgezwollen gedeelte van den wortel in rotting overgaat, verdwijnen de wanden van de cellen waarin de sporen van *Plasmodiophora* opgesloten waren, en deze worden aldus in vrijheid gesteld, d.w.z. : zij bevinden zich thans vrij in den grond, waar zij door verschillende oorzaken (omspitten, omploegen, werking van het water enz.) kunnen verspreid worden.

Deze sporen zijn zeer klein (0.0016 millim.), kogelrond, en hebben een gladden, kleurloozen wand; ook haar inhoud is kleurloos, maar fijnkorrelig.

Deze sporen kiemen meestal in het volgend voorjaar, indien de voorwaarden daartoe gunstig zijn. Alsdan zwelt de spore op, ten gevolge van het opnemen van water, tot haar wand eindelijk openbarst; de inhoud treedt naar buiten in den vorm van een zeer klein, naakt protoplasmaklompje, en leeft nu afzonderlijk voort. Het lichaampje, dat aldus in vrijheid wordt gesteld, is verstoken van een eigen wand, evenals het plasmodium, waarvan wij in den beginne spraken, en waarop het trouwens vrij goed

gelijkt; het onderscheidt zich echter van het plasmodium door zijn geringe afmetingen en door het bezit van een fijn, beweeglijk, draadvormig aanhangsel, dat men trilhaar of wimperhaar noemt. Een dergelijk lichaampje is een myxamoëbe, of kortweg een amoëbe; soms spreekt men ook wel van zwerm-spore (1).



Fig. 6. — Kieming der sporen van *Plasmodiophora Brassicae* en amoeben, uit deze sporen ontstaan.

Door middel van het trilhaar kan de amoëbe zich eenigszins bewegen en verplaatsen; daarenboven kan zij voortkruipen door het uitstulpen van takken of armpjes; in een dergelijk armpje stroomt het protoplasma, en hoopt zich aan 't uiteinde op tot een lichaam, dat opnieuw een armpje uitstulpt, enz. — Aldus komt de amoëbe wanneer zij in een cel gedrongen is (zie hierover verder), in aanraking met kleine bestanddeelen van den celinhoud; hetzij door de voortschrijdende beweging van de gansche amoëbe, hetzij

(1) Wetenschappelijk gesproken is het noch een zwerm-spore, noch een amoëbe, maar het heeft met deze beide een aantal kenmerken in gemeenschap. Eigenlijke Zwerm-sporen bewegen zich meestal, pas na haar ontstaan tamelijk vlug; allengs worden de bewegingen langzamer en na korteren of langeren tijd houden zij op; het trilhaar, dat bij de zwerm-sporen bestaat, wordt alsdan ingetrokken en de zwerm-spore, die tot dan toe weinig vormveranderingen vertoonde, neemt nu, althans bij de slijmzwammen, de gedaante aan van een myxamoëbe, (meestal kortweg amoëbe genoemd, wegens de groote overeenkomst, die bestaat tusschen dezen ontwikkelingstoestand en de zeer laag georganiseerde dierlijke wezens, die eigenlijk den naam amoeben dragen). Zoowel de myxamoëbe als de dierlijke amoëbe bezitten over 't algemeen geen trilhaar, maar vertoonen tot het einde een langzame, voortschrijdende beweging, (zoals in dit opstel (zie verder) wordt beschreven) en veranderen daarbij gestadig haren vorm. —

Bij *Plasmodiophora* ontstaat dus uit de spore, die van een wand is voorzien, een lichaam, dat van den beginne af kenmerken van de zwerm-sporen en van de amoeben bezit en behoudt.

door de werking van de protoplasma-armpjes (die niet alleen uitgestulpt, maar ook ingetrokken kunnen worden) worden deze bestanddeelen binnen in het protoplasma van de amoëbe gebracht; de verteerbare gedeelten ervan worden opgenomen, en bij een verder voortschrijden, wordt het niet gebruikte overschot uitgescheiden.

Een dergelijke amoëbe kan zich in tweeën deelen en aldus het aanzijn geven aan twee amoëben, die elk afzonderlijk kunnen voortleven, zich voeden, groeien, zich op hare beurt vermenigvuldigen, enz. — Dergelijke amoëben kunnen zich ook door ineenvloeiing vereenigen: wanneer een aantal amoëben ineenvloeien ontstaat als het ware één groote amoëbe, die geen wimperhaar meer heeft, maar zich voor 't overige ook voortbewogen kan: het is nu een *plasmodium* geworden, zooals wij op bldz. 174 beschreven hebben. Dit plasmodium leeft voort en brengt later sporen voort, zooals wij hooger mededeelden (blz. 175). Dit wordt ten minste gewoonlijk bij de amoëben der slijmzwammen waargenomen.

Niettegenstaande de ijvervolle onderzoekingen van WORONIN en andere geleerden, weet men tot nog toe niet met zekerheid, hoe de besmetting van de planten door *Plasmodiophora Brassicae* plaats heeft⁽¹⁾. Dat echter deze zwam wel de oorzaak is van de ziekte en dat deze — evenals alle ziekten, die door zwammen worden teweeggebracht — besmettelijk is, kan onmogelijk betwist worden: de genomen proeven en vooral de praktische waarnemingen laten daaromtrent niet den minsten twijfel

(1) In de levensgeschiedenis van *Plasmodiophora* blijven nog een aantal onopgeloste vraagpunten over. Zoo weet men niet of de amoëben van deze zwam in staat zijn gedurende geruimen tijd in den grond te leven, zonder een waardplant te bewonen; — of deze amoëben zich in den grond kunnen voeden met afvalstoffen, (b. v. met organisch bestanddeelen van den mest) en aldus even goed een saprophytisch als een parasitisch leven kunnen leiden; — eindelijk of de amoëben van *Plasmodiophora Brassicae* onder ongunstige omstandigheden, zich met een wand kunnen omgeven (zich kunnen *enkijsteeren*) en een rusttijdperk doorloopen, en daarna haar wand weer verliezen of verlaten en hare verdere ontwikkeling voortzetten, zooals met andere soorten van amoëben wel het geval is.

over. Op een stuk grond of in een broeibak, die knolzieke planten voortbrachten, zal de ziekte zich het volgend jaar ongetwijfeld weer vertoonen, indien men in dezelfde aarde weer planten zaait, die door *Plasmodiophora Brassicae* kunnen aangetast worden, en indien men geen voldoende voorzorgsmaatregelen heeft genomen.

Hoogst waarschijnlijk dringen de nog zeer jonge amoeben binnen in de jonge wortels (misschien zelfs langs de wortelharen), waar zij dan verder groeien, zich vereenigen tot plasmodiën, enz., en de hooger beschreven ziekteverschijnselen veroorzaken.

Andere beschadigingen, die op knolvoeten gelijken.

Alvorens wij tot de bespreking van de bestrijdings- en voorbehoedmiddelen overgaan, moeten wij nog de aandacht onzer lezers vestigen op andere beschadigingen die men, bij een oppervlakkig onderzoek, wellicht met de eigenlijke knolvoeten zou kunnen verwarren. Het zijn namelijk de verschijnselen, die veroorzaakt worden door de werking van de larven van een tweetal kleine insecten.

Vooreerst dient vermeld te worden: *Ceutorhynchus sulcicollis*, dien men het snuitkevertje uit de kool-, knol- of koolzaadknobbels zou kunnen noemen. Dit snuitkevertje wordt slechts een 3tal millimeters lang en is dofzwart. Het vliegt reeds in April en vreet dan aan de bloemen en later aan de hauwen; het wordt echter niet erg schadelijk, omdat het slechts weinig voedsel gebruikt. Maar in den nazomer of in den herfst worden door het wijfje eitjes gelegd in de nog zeer jonge kool-, knol- of koolzaadplanten; daartoe boort het, door middel van haar snuit, een gaatje dicht bij de bodemoppervlakte, hetzij in het bovenste gedeelte van den wortel, hetzij in het onderste gedeelte van den stam, en legt daarin een of twee eitjes; de larven, die eruit geboren worden, blijven van binnen in het aangetaste plantendeel wonen. Terwijl dit nu verder groeit, ontwikkelt zich hierin tevens de larve en deze doet door hare aanwezigheid plaatselijke galachtige opzwellingen ontstaan. Gedurende den winter groeit de larven verder en in het begin van het voorjaar

is zij volwassen ; zij verlaat alsdan het plantenorgaan, dat haar tot woning heeft verstrekt en verpopt in den grond ; in April komt de volkomen kever voor den dag.

De opzwellingen, die de aanwezigheid van *Ceutorhynchus*-larven veroorzaakt, zijn echter zonder veel moeite van de eigenlijke knolvoeten te onderscheiden. De *Ceutorhynchus*-gallen hebben een afgeronden vorm en een nagenoeg effen buitenwand. De aanwezigheid van de larven of, (nadat zij de plant hebben verlaten) van hare gangen in de opzwellingen laat daarenboven met zekerheid toe de oorzaak te bepalen. — Het nadeel dat door dit snuitkevertje wordt teweeggebracht is meestal niet zeer groot ; alleen dan wanneer een aantal gallen op een zelfde plant ontstaan, kan daardoor aanzienlijke schade veroorzaakt worden.

Nog een ander klein insect : de Koolvlieg (*Anthomyia Brassicae*) brengt weleens opzwellingen op de wortels van koolen, knollen en koolzaad te weeg. De eitjes van deze nagenoeg 6 millimeters groote vlieg worden, zoo diep mogelijk, en in groot aantal aan de onderaardsche plantendeelen gelegd ; de larven boren zich in die organen in en graven gangen dicht bij den buitenwand. Opzwellingen gaan daarmede soms gepaard, doch dit is bijna uitzondering. — Het uitzicht der planten, die door koolvlieglarven bewoond zijn, gelijk, wat de organen boven den grond betreft, vrij goed op dat van planten welke echte knolvoeten dragen. Naar het schijnt, komen knolvoeten en koolvlieglarven dikwijls op dezelfde exemplaren voor. Maar in ieder geval is ook hier het verschil tusschen de beide ziekten meestal duidelijk : heeft men met *Anthomyia Brassicae* te doen, dan vindt men ofwel de rolronde, gladde-geelachtig witte larven, die 9 millimeter lang kunnen worden, of althans de gangen, welke door die larven gemaakt zijn. — Daar van de koolvlieg drie generatiën elkander in den loop van één jaar kunnen opvolgen, en daar dit insect soms overvloedig voorkomt, is het niet te verwonderen, dat het reeds meermalen tot zeer groote verliezen aanleiding heeft gegeven.