

OVER HET INMAKEN VAN GROENTEN EN VRUCHTEN.

DOOR

Dr. HUGO DE VRIES.

Er is geen wetenschap, die meer punten van aanraking aanbiedt met de verschijnselen, die dagelijks ons oog treffen, dan de plantkunde, en toch ook geene, omtrent welker aard en werkzaamheid meer onjuiste voorstellingen heerschen. Hoort men van plantkunde spreken, een ieder denkt aan de bloemen in zijn tuin of op zijn bloementafel, hoogstens ook aan het onkruid daartusschen, en meent daarmede het geheele gebied dezer wetenschap te overzien. Wel is waar weet men, dat er nog tal van andere planten bestaan, ja iedereen kent b. v. de zwammen en korstmossen, doch men beschouwt deze slechts als een aanhangsel, en meent het zwaartepunt der plantkunde toch in fraaie gewassen en mooie bloemen te moeten zoeken.

Vandaar dan ook de meening dat slechts de zomer den plantkundige stof voor zijne onderzoekingen biedt, dat in den winter, met den plantengroei in onze tuinen, ook zijn arbeid rust! Moge deze meening den oningewijde ook waarschijnlijk klinken, een ieder die iets nader met den aard van het onderzoek in onze wetenschap bekend is, zal toegeven dat juist het tegendeel waar is. En hoe vreemd het ook schijne, toch biedt de winter juist aan dat onderdeel der plantkunde, waarvan men het het minst verwachten zou, de ruimste gelegenheid tot studie. Ik bedoel de physiologie der planten, de leer harer levensver-

richtingen. Als in den tuin de boomen en kruiden hunnen winterslaap houden, dan is het voor den plantenphysioloog de beste tijd, om de verschijnselen van het plantenleven te onderzoeken. Want die boomen en die bloeiplanten zijn het niet, die hij bij voorkeur bestudeert; onder andere nadeelen hebben zij juist dit, dat zij den onderzoeker van het jaargetijde zouden afhankelijk maken. Neen, planten, die men in elk jaargetijde in het laboratorium willekeurig kan laten groeien, die men dus steeds tot zijn beschikking kan hebben, deze leveren het beste materiaal voor studie. Als voorbeeld noem ik kiemplanten, die men ten allen tijde uit de zaden kan verkrijgen. Maar de winter heeft nog andere voordeelen, die de zomer mist. Wel is waar is het in den zomer warm, en geschieden dan de processen van het plantenleven snel, maar de warmtegraad is uiterst veranderlijk, en het is niet mogelijk dien willekeurig te regelen. Anders in den winter. In de vertrekken van een laboratorium kan men den geheelen winter door een zelfde temperatuur doen heerschen, ja, wat meer zegt, men kan gelijktijdig verschillende afdeelingen op verschillende, doch elk standvastige warmtegraden houden. Gemakkelijk zou ik bij deze voordeelen tal van andere kunnen voegen, doch de aangehaalden mogen genoeg zijn om ons te overtuigen, dat de studie van de levensverrichtingen der planten geenszins uitsluitend gebonden is aan groote of mooie gewassen, en evenmin beperkt is tot den zomer. Haar arbeid geschiedt in den winter even goed als des zomers, en de planten, met welke zij werkt, kiest zij uit den rijken schat, dien de natuur haar aanbiedt, zoodanig uit, dat zij zooveel mogelijk van de wisseling der jaargetijden en van de veranderlijkheid van het weer onafhankelijk zij.

Het onderwerp, dat ik in dit opstel wensch te bespreken, is ontleend aan zulk een deel van de levensleer der planten, dat wel in den hoogsten graad onafhankelijk is van jaargetijde en weersgesteldheid. Het is ontleend aan het leven van de laagst ontwikkelde vormen van zwammen, planten die het ongewapend oog dikwijls niet als zoodanig kan herkennen, en die toch onze aandacht ten volle waardig zijn. Zij vormen geen sieraad van onze bloemperken, juist het tegendeel, men kent ze als de getrouwe begeleiders van bederf en ontleding. Maar het onderzoek heeft geleerd, dat zij deze verschijnselen niet alleen standvastig vergezellen, maar in een bepaald oorzakelijk verband tot hen staan. Zij veroorzaken het bederf: zonder haar vindt dit niet plaats; eerst wanneer in spijzen of dranken de kiemen der bedoelde zwammen tot

ontwikkeling komen, eerst dan neemt de ontleding een aanvang. Daarom kunnen wij alle tot deze groep behorende vormen van planten met den gezamenlijken naam van "bederfzwammen" aanwijzen.

Overal, waar produkten van het plantaardig of dierlijk leven in vochtigen toestand aan de lucht aan zich zelven zijn overgelaten, beginnen na korter of langer tijd de bederfzwammen haar vernielende werkzaamheid.

Hoe is het mogelijk dat zij zoo spoedig zich op elke plaats vertoonen, die voor haar ontwikkeling gunstig is? Het antwoord op deze vraag is zeer eenvoudig. Iedereen heeft wel eens opgemerkt, dat, als een zonnestraal door het venster in een kamer valt, men overal in de lucht fijne stofdeeltjes ziet zweven. Men kan deze stofdeeltjes verzamelen en onder het mikroskoop onderzoeken. Dan blijkt, dat onder de talrijke stoffes, die door het afslijten van allerlei voorwerpen ontstaan zijn, steeds ook enkele voorkomen, wier vorm reeds hunnen aard als kiemen van zwammen verraadt. Een nauwkeurig onderzoek leert hier grootere en kleinere kiemen onderscheiden, ja zelfs de soorten bepalen van welke zij afstammen. Waar men de lucht ook onderzoekt, overal vindt men kiemen van de meest verschillende soorten van zwammen in groot aantal daarin zwevend. Geen wonder dus, dat zij op alle plaatsen komen, en dat geen enkel voor rotting geschikt voorwerp aan haren invloed ontsnapt.

Wil men nu eenig lichaam, dat aan bederf onderhevig is, daarvan vrij houden, dan moet men natuurlijk zorgen, dat de kiemen der bederfzwammen zich daarop niet ontwikkelen kunnen. Doch hoe dit doeje te bereiken? Het is duidelijk, dat een wetenschappelijke beantwoording dezer vraag slechts door de studie van de levensvoorwaarden der bederfzwammen te vinden is. Kent men deze, dan zal het natuurlijk mogelijk zijn, de omstandigheden zoo uit te kiezen, dat het leven der zwammen verhinderd, of ten minste zoo vertraagd wordt, dat het geen schade meer kan aanbrengen.

De studie van deze levensvoorwaarden der bederfzwammen vormt den wetenschappelijken grondslag van de leer van het inmaken of verduurzamen van levensmiddelen. Tevens bieden ons juist de bewerkingen die bij het inmaken in gebruik zijn, alsmede de verschijnselen die zich bij het bederven van spijzen vertoonen, de beste en meest algemeen bekende voorbeelden ter opheldering van de physiologische wetten omtrent het leven dezer planten.

Gaan wij eerst de verschillende vormen na, waaronder de bederfzwammen zich voordoen. Men kan ze tot drie groepen brengen, t. w.:

- a. De Splijtzwammen of Bacteriën.
- b. De Gistzwammen (gistcellen).
- c. De Draadzwammen of schimmels.

De beide eerstgenoemde groepen zijn natuurlijke familiën, hare leden komen zoowel in physiologische als in systematische kenmerken zeer nauw met elkander overeen. Niet aldus is het met de derde groep gesteld. Deze omvat soorten uit de meest verschillende afdelingen der zwammen, die in systematische kenmerken en vooral in hare voortplantingswerktuigen in hooge mate van elkander afwijken, doch alle daarin met elkander overeenkomen, dat zij meestal een los, draderig weefsel vormen. Soms zijn deze draden ééncellig, in andere gevallen duiden zij door dwarsschotten een hooger bouw uit tal van cellen aan. Men vat al deze vormen met hetzelfde recht onder één naam samen, als waarmede men van slingerplanten, parasieten, ja zelfs van heesters en boomen spreekt. Even als de schimmels behooren ook de slingerplanten tot zeer verschillende natuurlijke familiën. Even als deze komen echter ook de eersten in bepaalde physiologische kenmerken met elkander overeen. Men zou dus kunnen zeggen dat de schimmels geen stelselmatige afdeling, maar wel een physiologische groep onder de zwammen vormen.

Wij willen thans allereerst elk dezer drie groepen aan een nadere beschouwing onderwerpen, en beginnen daartoe met de schimmels.

Iedereen kent de gewone blauwe schimmel. Zij komt op inkt, beschimmeld brood en op vele ingemaakte spijzen maar al te dikwijls voor. In haar jongste toestanden is zij wit; eerst als zij ouder wordt en sporen of kiemkorrels begint te vormen, neemt zij een blauwe kleur aan. Deze sporen zijn hare kiemen, elk schimmelplantje ontstaat uit zulk een spore. Om de ontkieming en den groei der schimmelplant gemakkelijk waar te nemen, behoeft men slechts zulke sporen op wat suikerwater uit te zaaien. Men ziet door het mikroskoop, dat ze elk uit een cel bestaan; deze groeit bij de ontkieming tot een klein buisje uit, dat, allengs grooter wordend, zich naar alle zijden vertakt. Men kan de takken met het bloote oog nog slechts even als uiterst fijne draden waarnemen. Het mikroskoop leert ons dat ze hol zijn en door tusschenschotten in tal van cellen verdeeld. Als het plantje ouder wordt, groeien er ook draden loodrecht van uit de anderen omhoog, en ver-

heffen zich dus in de lucht. Deze draden vertakken zich, en snoeren aan hare toppen bolronde cellen af, die een blauwe kleur aannemen en de sporen zijn. Deze sporen zijn droog en kunnen door de lucht gemakkelijk worden weggenomen en verplaatst. Zij worden in zulk een groot aantal gevormd en in de lucht verspreid, dat men zeggen kan dat ze overal voorkomen. Vallen zij op een plaats die voor haar ontwikkeling geschikt is, dan ontkiemen zij weldra en geven zoo aanleiding tot een nieuwe schimmelvegetatie. Meestal vallen er talrijke zulke sporen dicht bij elkander, de jonge plantjes vlechten hare fijne takken dooréén, en zoo ontstaat het dikke, leerachtige vlies, dat somtijds geleien en ingemaakte vruchten overdekt.

Er zijn nog vele andere soorten van schimmels, die zich vooral in de wijze, waarop hare sporen ontstaan, van elkander onderscheiden. Het zou mij te ver voeren, wilde ik die allen beschrijven; ook is zulk een beschrijving voor ons doel niet noodzakelijk.

Schimmels leven bij voorkeur op vochtige stoffen of op de oppervlakte van vloeistoffen. In vochten ondergedompeld, ontwikkelen zij zich, wegens gebrek aan lucht, slechts zeer langzaam en onvolledig; zij kunnen hier nooit zoo krachtig worden, dat ze sporen beginnen te maken. Aan de spijzen, waarop zij groeien, deelen zij spoedig den eigenaardigen duffen smaak en den onaangename reuk mede, dien zij zelf hebben. Op den langen duur verteren zij deze stoffen bijna volkomen; een voorbeeld moge dit ophelderen. NÄGELI deed een brood in een blikken doos en sloot deze met het deksel goed, maar niet luchtdicht. Na 1½ jaar werd de doos geopend; het brood was geheel vergaan, en er was slechts eene kleine weeke, uit schimmels bestaande massa overgebleven. De talrijke poriën in het brood maken dat de lucht overal doordringen kan; en dat de schimmelplanten dus gelijktijdig alle deelen van het brood konden aantasten. Ware dit niet het geval geweest, dan zouden 1½ jaar voor zulk een algeheele vertering op lange na niet voldoende geweest zijn.

In het groot wordt deze vernielende werking van schimmels o. a. bij het vergaan van boomstammen waargenomen. Hun hout bestaat bijna geheel uit cellen die met lucht gevuld zijn; de schimmeldraden kunnen dus hier, even als in 't brood, tot in het binnenste der massa doordringen. Tengevolge van hunne werking wordt het hout tendeele vermolmd, tendeele voor de inwerking der lucht toegankelijk gemaakt, die het langzamerhand geheel doet vergaan. Zóó worden in oorspronkelijke wouden de omgevallen boomstammen allengs verteerd; niet zelden vindt

men er, wier schors nog den oorspronkelijken vorm bezit, doch reeds geheel hol is. Ook het hol worden van boomen tijdens hun leven biedt ons een voorbeeld van zulk een langzaam vergaan onder den gemeenschappelijken invloed van lucht en schimmelgroei.

De tweede groep van boderfzwammen, die wij te behandelen hebben, is die der gistzwammen. Van deze kleine afdeeling, welke tot de alleraagste zwammen behoort, kent iedereen, ten minste van naam, de gewone gist. Wat men in het dagelijksch leven gist noemt, is een deegachtige massa, die bij mikroskopisch onderzoek uit onnoemelijk vele, uiterst kleine losse cellen blijkt te bestaan. Gelijk bekend is, dient de gist bij het bakken van brood en bij 't brouwen van bier. Zij heeft deze rol te danken aan haar vermogen om suiker te ontleden en in alcohol en koolzuur te veranderen. Alle alcoholische dranken worden door hare werking bereid. Suikerhoudende vochten of vruchten, die in suiker en water zijn ingemaakt, worden zeer licht door dit gewas aangestast, daar zijne kiemen, evenals de sporen der schimmels, bijna overal in de lucht aanwezig zijn.

Onder het mikroskoop gezien, bestaat de gist uit uiterst talrijke, ovale cellen, die vrij leven, of tot min of meer vertakte snoeren verbonden zijn. Aan elke cel onderscheidt men duidelijk een wand, en een min of meer troebelen inhoud. De cellen vermenigvuldigen zich door knopvorming, d. i. aan haar top ontstaat een kleine uitstulping, die langzamerhand tot een nieuwe cel aangroeit en zich eindelijk van de moedercel afsnoert. Vormen de dochtercellen weer nieuwe uitstulpingen, vóór ze zich afsnoeren, dan kunnen op deze wijze vertakte groepen van gistcellen ontstaan. Dit heeft vooral bij snellen groei in rustige vloeistoffen plaats.

De belangrijkste verschijnselen der gisting zijn nog voor korten tijd in dit tijdschrift uitvoerig behandeld, zoodat het thans niet noodig is, langer bij dit onderwerp stil te staan.¹

Tot de familie der gistzwammen behoort een tweede soort, die onder den naam van kim eveneens algemeen bekend is, al weet men ook niet altijd, dat die kim een plant is.² Zij doet zich voor als een wit vlies, soms grauwwachtig, soms helder melkwit, meest met een glanzende op-

¹ DR. J. ZAAYER, PASTEUR'S onderzoekingen over de gisting. *Album der Natuur* 1878.

² Ten onrechte wordt het vlies op verschalenden wijn of azijn somtijds kim genoemd; het bestaat niet uit de cellen der kimplant maar uit bacteriën.

pervlakte en overal met fraaie opstaande plooiën bedekt. Nergens in het vlies ziet men openingen, nergens draden of takken of iets wat de kim op een schimmelgewas zou doen gelijken. Doch beschouwen wij een deel van zulk een vlies onder het mikroskoop. Terstond blijkt ons, dat het uit talrijke, kleine cellen bestaat, die reeds op het eerste gezicht zooveel op gistcellen gelijken, dat men ze voor een en dezelfde soort zou houden. Een nader onderzoek bevestigt deze overeenkomst: het zijn kleine ovale cellen, met een dunnen wand en een korreligen inhoud, waarin druppels celvocht en olie gemakkelijk te zien zijn. Ook ziet men hier en daar cellen, die een kleine cel aan haar top dragen of die in groepen van twee of meer op dezelfde wijze met elkander verbonden zijn, als wij dit voor de gist beschreven. De vermenigvuldiging geschiedt dus juist zooals bij de gist. Toch mogen wij de gist en de kim niet voor hetzelfde gewas houden, al komen ze nog zoo zeer met elkander overeen. Zij onderscheiden zich in één belangrijk opzicht, dat ze, tenminste met betrekking tot ons onderwerp, tot geheel verschillende zaken maakt. De kimcellen toch missen het vermogen om gisting te veroorzaken; dompelt men ze in een vloeistof onder, zoo leven ze nog slechts kommerlijk en sterven weldra. Haar rol in de natuur is dezelfde als die der schimmelplanten; zij tasten de oppervlakte van vochtige produkten van het planten- en dierenrijk aan, en verteren deze langzamerhand, onder de inwerking van de zuurstof der lucht.

Wat den vorm betreft komt de kim dus met de gistcellen, wat haar verrichtingen betreft, met de schimmels overeen.

Onze laatste afdeeling was die der bacteriën. Dit zijn uiterst kleine, meest staafvormige cellen, die slechts met de sterkste vergrootingen kunnen worden gezien, en waaraan een bepaalde structuur ter nauwernood kan worden waargenomen. Zij zwerven op eigenaardige wijze door het veld van het mikroskoop, en bewijzen reeds daardoor hare natuur als levende wezens. Dertig-duizend-miljoen dezer bacteriën wegen in drogen toestand nog niet één milligram; het is dus niet te verwonderen, dat de studie van deze wezens steeds met groote moeilijkheden gepaard gaat.

Men zou zich allicht verwonderen hoe het mogelijk is, dat zulke onbegrijpelijk kleine plantjes een zoo groote rol in de huishouding der natuur kunnen spelen. De verklaring is echter zeer eenvoudig: wat hun aan grootte ontbreekt, herstellen zij door het ontzaglijk aantal,

waarin zij plegen voortekomen. Het vermogen om zich te vermenigvuldigen is namelijk bij hen onvergelykelyk veel grooter dan bij alle hoogere planten; in korte tijden kunnen uit enkele kiemen zulke hoeveelheden bacteriën ontstaan, dat de vloeistof, waarin zij zich bevinden, reeds voor het ongewapend oog duidelyk troebel wordt. Onder gunstige omstandigheden kan een bacterie zich éénmaal in het halve uur deelen; in elk half uur kan dus het aantal bacteriën verdubbeld worden. Men kan gemakkelijk nitrekenen dat daardoor in 12 uren meer dan twintig millioen nakomelingen uit één enkele cel kunnen ontstaan.

Wanneer een rottende vloeistof, waarin zich bacteriën bevinden, langzamerhand verdampt, en de rest eindelijk geheel uitdroogt en tot stof overgaat, wordt dit stof allicht door luchtstroomen opgenomen en heinde en verre verspreid. De uitgedroogde bacteriën zijn daarbij geenszins gestorven, maar slechts in een staat van rust overgegaan, uit welken zij terstond weer ontwaken, zoodra ze door den luchtstroom op een plaats gebracht worden, die voor haar ontwikkeling geschikt is. Men noemt deze droge cellen dikwijls kiemen van bacteriën. Zij komen overal in de lucht in zoo aanzienlyke hoeveelheden voor, dat men een voor rotting geschikte vloeistof slechts korten tijd open behoeft te laten staan, om de ontwikkeling van bacteriën een aanvang te zien nemen. Het is volstrekt niet noodig, er zelf bacteriën in te brengen; veel eer moet men, als men zulk een stof voor eenige proef bewaren wil zonder dat ze bederft, haar door bepaalde maatregelen tegen het indringen der kiemen beveiligen.

De ontwikkeling van bacteriën in vloeistoffen veroorzaakt in deze in het algemeen ontledingen, die, al naar gelang van den aard der vloeistof, zeer verschillend kunnen zijn. Plantaardige en dierlyke produkten, in water aan de lucht blootgesteld, rotten in den regel onder den invloed der bacteriën; deze rotting is meestal door een onaangename reuk gekenmerkt. Niet altijd gaat echter de vermenigvuldiging der bacteriën met dezelfde verschijnselen gepaard. Integendeel, gewoonlyk begint hunne werkzaamheid anders. De meeste plantaardige spijzen verzuren, voordat ze gaan rotten, en deze verzuring wordt veroorzaakt door bacteriën, die de suiker in melkzuur omzetten. Het zuur worden van melk en van bier berust op deze zelfde werkzaamheid der bacteriën. Eerst wanneer de suiker verteerd is, neemt de eigenlyke rotting een aanvang.

Men kan de meeste ontledingen, die door bacteriën in vochtige spijzen of dranken worden teweeggebracht, op een veel zuiverder, en voor

een wetenschappelijke studie veel geschikter wijze doen plaats vinden dan die waarin men ze gewoonlijk ziet. Hiertoe maakt men gebruik van kunstmatige mengsels van enkele bepaalde stoffen, die men in willekeurige verhoudingen in zuiver water brengt. Op deze wijze is het gelukt vele der anders tezamen optredende verschijnselen van elkander te scheiden, en deze in een eenvoudigen vorm aan het onderzoek te onderwerpen. Daarbij heeft men bevonden, dat de onaangename reuk, dien rottende voorwerpen in den regel verspreiden, geenszins een onafscheidelijke eigenschap der rotting is, maar alleen daar voorkomt waar bepaalde stoffen in de rottende massa bevat zijn. Zoo zijn het vooral de zwavelrijke eiwitstoffen, die den reuk naar zwavelwaterstof ontwikkelen. Laat men vloeistoffen rotten, waarin de bedoelde lichamen ontbreken, zoo blijft deze reuk dan ook achterwege.

Hoewel men nog volstrekt niet alle ontledingën, die door bacteriën veroorzaakt worden, grondig kent, zoo mogen wij thans toch reeds de overtuiging uitspreken, dat deze schijnbaar zoo niterst ingewikkelde processen in werkelijkheid zullen blijken uit een klein aantal eenvoudige werkingen samengesteld te zijn. Is het eenmaal gelukt, al deze eenvoudige verschijnselen af te zonderen, en elk op zichzelf te bestudeeren, dan zal het weinig moeite meer kosten om ons ook van de ontledingën van spijsen en dranken een juist begrip te vormen.

Het eindresultaat van de werkzaamheid der bacteriën is bijna altijd een volledige vertering van de aangetaste organische stoffen. Zij zetten deze op den duur alle in koolzuur en water om, waarbij dan natuurlijk nog andere anorganische verbindingen vrij worden. Soms schijnt het, dat zeer samengestelde scheikundige verbindingen in eens in de eindprodukten van het ontledingsproces worden veranderd, in andere gevallen kan men deze verandering trapsgewijze nagaan. Zoo wordt b.v. melksuiker eerst in melkzuur, en dit weer in boterzuur omgezet, terwijl eerst het boterzuur tot koolzuur en water geoxydeerd wordt. In den regel geven echter reeds de eerste ontledingën, die de bacteriën bewerken, aan de spijsen een zoo onaangename smaak, dat het verdere bedorf in de huishouding als onverschillig pleegt te worden aanzien. Vandaar dat wij in het vervolg van dit opstel slechts zelden van bijzondere vormen van bacteriën, of van bijzondere, door hen veroorzaakte ontledingën zullen behoeven te spreken.

Wij zien dus dat niet alle werkingen der bacteriën met denzelfden naam bestempeld worden. De belangrijkste ontledingën die zij veroor-

zaken zijn wel het verzuren en het rotten; ook sommige processen van gisting worden door bacteriën en niet door gewone gistcellen bewerkt.

Het is hier de plaats er op te wijzen, dat niet alle veranderingen, die in het dagelijksch leven met den naam van rotting bestempeld worden, aan de bacteriën toe te schrijven zijn. Ik noem als voorbeeld het zoogenoemde rotten van vruchten, b.v. van peren en appelen. Hierbij wordt het vleesch der vruchten allengs bruin en week; eerst ontstaan kleine bruine plekken onder de schil, en deze groeien langzamerhand aan. Het mikroskopisch onderzoek heeft geleerd, dat hier schimmels aan het werk zijn; men ziet overal hare fijne draden tusschen en door de cellen beendringen. De schimmels dooden het weefsel, dat zij voor haar eigen voedsel uitzuigen, en de gestorven cellen kleuren zich door den invloed der lucht bruin, evenals de sneevlakte van een doorgesneden peer na eenige uren aan de lucht pleegt bruin te worden.

Het medegedeelde moge voldoende zijn, om ons omtrent de verrichtingen en de levenswijze der zoo gevreesde zwammen eene voorstelling te geven. Thans willen wij nagaan, hoe hare ontwikkeling bij het inmaken belet wordt.

Het is duidelijk, dat dit in 't algemeen op tweeterlei wijzen geschieden kan. In de eerste plaats kan men trachten de spijzen geheel van alle kiemen te bevrijden, en zorg dragen dat er geen nieuwe kiemen op vallen kunnen. In de tweede plaats echter kan men de kiemen er in laten, doch de omstandigheden zoo nadeelig voor haar leven maken, dat ze zich of in 't geheel niet, of slechts uiterst langzaam kunnen ontwikkelen.

In het eene geval moeten de kiemen dus *gedood*, in het andere behoeven zij slechts *werkeloos gemaakt* te worden; in beiden zal daardoor het bederven der spijzen voorkomen worden.

Beide methoden worden zoowel in de huishouding als ook in 't groot, fabriekmatig, in toepassing gebracht. Dikwerf is het zeer gemakkelijk om te beslissen of spijzen op de eene of op de andere wijze zijn bereid. Het dooden der kiemen toch geschiedt bijna uitsluitend bij die spijzen, welke in blikken bussen of in goed gesloten glazen flesschen zijn ingemaakt. Overal daarentegen, waar de ingemaakte spijzen in open vaten liggen, of slechts door een papier of een blaas bedekt zijn, kan men zeker zijn dat de tweede methode gevolgd werd.

Wij zullen nu beide wijzen van inmaken afzonderlijk bespreken, en beginnen daartoe met die, waarbij de kiemen gedood worden. Hoe kan

men dit bewerkstelligen? hoe kan men verhinderen, dat later nieuwe kiemen binnendringen?

De laatste vraag is het gemakkelijkst te beantwoorden. Daartoe behoeven wij ons toch slechts te herinneren, dat de kiemen van schimmels, gist en bacteriën zich overal in de lucht bevinden en zoo klein zijn, dat zij ook door de zwakste luchtstroomen medegevoerd worden. Overal dus waar de lucht kan komen, zal zij ook kiemen medebrengen. Daarom is het noodzakelijk de lucht volkomen af te sluiten, gelijk dit b.v. door het dicht soldeeren der blikken bussen gedaan wordt.

Doch wanneer men spijzen in zulk een bus brengt en haar daarna luchtdicht sluit, dan is wel het binnendringen van nieuwe kiemen onmogelijk gemaakt, maar dit is voor de bewaring nog geenszins voldoende. Al heeft men de bus van binnen, vóór het vullen, ook nog zoo goed gereinigd, toch zal tijdens het inbrengen der spijzen de lucht met deze in aanraking komen en er kiemen op afzetten. Deze kiemen blijven bij het sluiten er in, en zullen zich wellicht kunnen vermenigvuldigen en den inhoud der bus bederven.

Hoe nu deze kiemen te dooden? Er is slechts één middel bekend, dat de kiemen der zwammen met zekerheid doodt. Dit middel is de warmte. Door sterke verbitting kan men het leven in alle kiemen vernietigen, en zodoende de spijzen in de bussen voor altijd voor bederf vrijwaren.

Wij willen thans nagaan welke temperatuur in verschillende gevallen noodig is om dit doel te bereiken. Wij moeten daarbij de verschillende soorten van bederfzwammen afzonderlijk in het oog vatten; doch willen vooraf den invloed van hooge warmtegraden op het leven van planten in het algemeen beschouwen.

Het leven van alle planten en alle dieren is tusschen bepaalde temperatuurgraden ingesloten. Bij een zekeren, voor elke soort verschillenden, graad geschieden de verrichtingen het normaalste; een al te sterke verwarming boven of afkoeling onder deze temperatuur doet eerst de bewegingen ophouden, en kan later het leven zelf vernietigen. Zoover men weet, kunnen alle planten zonder gevaar voor haar leven, gedurende korten tijd tot het vriespunt worden afgekoeld; de meeste verrichtingen staan dan stil, doch beginnen weer, zoodra de temperatuur weer gunstiger wordt. Bij een sterkere afkoeling kunnen de sappen in de weefsels bevrozen, hetgeen zeer dikwerf voor het leven gevaarlijk kan worden. Verwarmt men planten of plantendeelen boven de temperatuur der lucht, zoo zal men eenmaal een graad bereiken, waarbij

het leven niet meer mogelijk is, waarbij de cellen sterven. Deze warmtegraad wordt met den naam van de temperatuurgrens van het leven bestempeld. Overschrijden dezer grens heeft den dood tengevolge.

De temperatuurgrens is wel is waar niet voor alle planten en alle plantendeelen volkomen dezelfde, doch voor hoog ontwikkelde gewassen kan men in 't algemeen stellen dat zij omstreeks 50° C. ligt. Doppelt men een bebladerden tak in water van 50° C., en haalt men hem en na eenige minuten weer uit, zoo zijn de bladen geheel slap geworden, en herstellen zich niet weer. Het mikroskopisch onderzoek leert dan dat de cellen gedood zijn.

Op dezen regel maken, bij hoogere planten, slechts die organen een uitzondering, die zonder nadeel voor hun leven, geheel uitdrogen kunnen. Zoo bijvoorbeeld de zaden. Droge erwten sterven eerst bij een warmtegraad van omstreeks 75° C., vochtige of kiemende erwten reeds bij 50° C. Enkele soorten van zaden kunnen in drogen toestand zelfs de kookhitte zonder schade verdragen.

Nog veel hoogere temperaturen kunnen droge sporen van vele bloemlooze planten overleven. De sporen van sommige schimmels kunnen tot 100° ja 120° C verwarmd worden zonder te sterven, en de cellen der bacteriën kunnen in drogen toestand zelfs door eene hitte van 130° C. niet met zekerheid gedood worden.

Gelukkig, dat men bij het inmaken van spijzen nooit met de droge kiemen te doen heeft, en dat dezelfde kiemen, in vochtigen toestand, voor warmte veel gevoeliger zijn. Vochtige sporen van schimmels sterven reeds bij 70° C.; gekiemde sporen of ontwikkelde schimmelplanten reeds bij 55° C., dus bij weinig hooger temperatuur dan de hoogere gewassen. Gistcellen sterven in gistende vloeistoffen eerst bij 60° C.

Voor bacteriën kan men deze temperatuurgrens niet zoo eenvoudig opgeven. Reeds bij schimmels en bij gist vertoont zij geringe afwijkingen, al naar gelang van de samenstelling der vloeistof, waarin men ze verwarmt; bij de bacteriën is de invloed van het vocht zoo groot, dat de grens bijna in elke vloeistof een andere is. Omgekeerd kan men, door willekeurige verandering van de samenstelling der oplossing, de grens willekeurig hooger of lager maken. Zoo vond NÄGELI, dat bacteriën in sommige vochten pas bij 110 C., in andere daarentegen reeds bij 30° C. sterven, en dat voor alle andere vochten de grens tusschen deze beide waarden inligt.

Alle in water oplosbare stoffen schijnen op deze temperatuurgrens

een invloed te hebben, doch geen andere in zoo hooge mate als de zuren. Zuren werken ook bij de gewone temperatuur, gelijk wij later zien zullen, nadeelig op het leven der bacteriën; zij verminderen haar vermogen om aan groote warmte weerstand te bieden zeer sterk. Slechts in neutrale, of alkalisch reageerende vloeistoffen overleven bacteriën de kookhitte, de geringste hoeveelheid zuur maakt, dat zij daarbij onvermijdelijk sterven. Hoe meer zuur men toevoegt, des te lager is de temperatuur, die ze doodt; ja door aanwending van sterke zuren kan men die grens tot temperaturen doen afdalen, die voor het leven der hoogere planten gewoonlijk onschadelijk zijn. Enkele voorbeelden mogen het medegedeelde nader toelichten. Melk reageert zwak alkalisch; door koken kan men de daarin bevatte bacteriën niet vernietigen; dit geschiedt eerst bij 110° C. In zuiver water sterven de bacteriën omstreeks 100° C., in de zwak zure mout van bier reeds bij 90° C., en eindelijk in azijn reeds bij 50° C.

Vatten wij het besprokene kortelijk samen, zoo zien wij, dat schimmels en gist reeds door temperaturen van 60° à 70° C., dus vrij ver beneden het kookpunt, gedood worden, terwijl voor bacteriën de grens, al naar gelang van de eigenschappen der vloeistof, van 30 tot 110° C. afwisselt. Hieruit volgt ten 1°, dat niet alle stoffen, na insluiting in blikken bussen, door koken in water kiemvrij gemaakt kunnen worden, en ten 2°, dat in vele gevallen een geringere hitte dan die van het kookpunt voldoende is.

In de huishouding worden slechts zulke groenten in bussen ingemaakt, in wier vocht de kiemen reeds door kookhitte van het leven beroofd worden. Meestal beperkt zich deze wijze van inmaken tot erwten, tuinboonen, snijboonen, worteltjes, bloemkool en aspergies. Daarentegen komen in den handel tal van andere spijzen in blikken bussen voor, vooral verschillende vleeschsoorten, wier reactie geenszins, zooals die der groenten, zuur is. Deze moeten dus tot een hooger graad verhit worden, dan het kookpunt van water. Op welke wijze dit geschiedt, zullen wij weldra zien.

Men kan nu gemakkelijk nagaan, waarom er, bij het inmaken van groenten in bussen, zoo groote zorg aan het goede en luchtdichte sluiten moet worden besteed. Het gebeurt niet zelden, als men de bussen heeft laten dicht soldeeren, en ze dan in den ketel met kokend water verhit, dat er uit de eene of andere bus kleine luchtballen ontwijken. Soms ziet men deze luchtballen terstond, soms wordt men er eerst

door een zacht gefluit op opmerkzaam, dat het ontwijken der lucht door een nauwe opening begeleidt. Het is dan volstrekt noodig, de bus uit den ketel te nemen en opnieuw te lazen soldeeren, totdat alle openingen goed gesloten zijn. Natuurlijk, want verzuimt men dezen maatregel, zoo zou na het bekoelen lucht door zulk een gaatje kunnen binnendringen, en daarbij allicht kiemen van zwammen medebrengen, die zich in den inhoud der bus zouden kunnen ontwikkelen en vermenigvuldigen, en dezo dus zouden bederven.

Iedereen weet, dat spijzen uit bussen meestal slechts korten tijd na het openen goed blijven. Vooral is dit het geval met groenten, in mindere mate met vleesch, daar dit meer droog, en dikwijls daarenboven gerookt is. Het is duidelijk, wat de oorzaak van het bederf is. Het zijn de kiemen der zwammen, die de lucht aanvoert, en die in de geconserveerde spijzen een gunstigen bodem voor hare ontwikkeling vinden. Hoe vochtiger de spijs is, en hoe warmer de lucht, des te sneller zullen de kiemen zich vermenigvuldigen; in des te korter tijd zal de uit de bus genomen inhoud bedorven zijn. Vandaar dat men bussen met groenten in den regel niet grooter neemt dan juist voor één maaltijd noodig is.

Groenten in bussen behoeven twee uren, vruchten met suiker in bussen behoeven slechts een kwartier te koken. Vanwaar dit verschil? Bij die korte verwarming toch, zal niet de geheele inhoud de temperatuur van het kookpunt bereiken, het binnenste zal eenige graden daaronder blijven. Doch de toegevoegde suiker en het uit de vruchten ontwijkende zure sap oefenen op de bacteriën een zoo schadelijke werking uit, dat zij reeds bij lager temperatuur gedood worden; het is dus niet noodig de bussen zoolang in het kokende water te laten, totdat zij door en door tot 100° C. verwarmd zijn.

Zoo zoude men nog van verschillende andere handelwijzen, die bij het inmaken van spijzen in bussen in gebruik zijn, een verklaring kunnen geven. Doch het medegedeelde moge voldoende zijn en mijne lezers den weg wijzen om in andere gevallen zelve een verklaring te vinden.

Werpen wij thans nog even een blik op de geschiedenis van dezen tak van nijverheid. Omstreeks het begin dezer eeuw trachtte een Franschman, APPERT, een middel te vinden, om vleeschspijzen te verduurzamen. Wel kon men toen dit doel door drogen of door rooken, ja ook door bewaren in ijs bereiken; doch geen van deze middelen was in staat aan de toenmalige behoefte te voldoen. APPERT's pogingen gingen van

een onjuiste beschouwing omtrent de oorzaken van het bederf uit, doch door een gelukkige combinatie van verschillende omstandigheden voerden zij toch tot het beoogde doel. Men wist toen nog niet, dat het bederf door mikroskopische planten veroorzaakt werd, ja men vermoedde zelfs niet, dat levende wezens hierbij een rol spelen. Men meende dat de lucht de eenige oorzaak van het bederf was, en toen LAVOISIER's schitterende ontdekkingen een juiste kennis omtrent de samenstelling der lucht en omtrent de eigenschappen der zuurstof hadden gegrondvest, twijfelde men niet meer of het was de zuurstof, die de spijzen bedierf. APPERT trachtte dus de spijzen van hare zuurstof te berooven, en dit kon, langs praktischen weg, slechts door koken verkregen worden. Opdat dan, na verkoeling, niet nieuwe zuurstof met de spijzen in aanraking zou komen, moesten deze in kokenden toestand luchtdicht worden afgesloten.

Men ziet, dezelfde middelen, die APPERT gebruikte om de zuurstof te verwijderen en een latere toetreding onmogelijk te maken, moesten ook de kiemen der aanwezige bederfzwammen dooden en een later indringen van zulke kiemen geheel en al verhinderen. Al was dus de rede-neering zelve niet volkomen juist, haar resultaat was dit wel.

APPERT bracht de spijzen, die hij wilde conserveeren, in glazen flesschen, die in een open waterbad gekookt en op verschillende wijzen luchtdicht gesloten werden. Door lateren werden in deze industrie tal van verbeteringen aangebracht, en weldra verkreeg zij een uitbreiding, die alle verwachtingen overtrof.

Zoo voerde COLLIN het gebruik der blikken bussen in, die door geringe gewicht, mindere breekbaarheid, gemakkelijker sluiting en veel lagere prijs, de glazen flesschen van APPERT bijna in alle opzichten verre overtroffen. Zij zijn dan ook, gelijk iedereen weet, algemeen in gebruik gekomen, en hebben voor vleeschspijzen de glazen flesschen volkomen verdrongen. Slechts groenten en vruchten, die in blikken bussen licht een onaangename metaalsmaak aannemen, worden ook thans nog in 't groot in glazen flesschen verduurzaamd.

Een andere belangrijke verbetering werd door CHEVALIER-APPERT, te Parijs, een der grootste fabrikanten van verduurzaamde levensmiddelen, aangebracht. In het begin kookte men de blikken bussen, nadat het deksel er op gesoldeerd was, in een open waterbad, en vulde dit, om de temperatuur boven die van het kookpunt te kunnen verheffen, niet met gewoon water, maar met een oplossing van keukenzout of van

chloorcalcium. In het deksel liet men een kleine opening; bij het koken ontweek daardoor de nog in de bussen aanwezige lucht. Zoodra deze geheel en al verdreven was, sloot men de fijne opening met een druppel soldeersel, liet de bus nog korten tijd in het waterbad, en nam haar er dan uit om te bekoelen. Doch bij het bekoelen ontstond in het inwendige een luchtledige ruimte, tengevolge van het langdurige koken, en de drukking der buitenlucht welfde het dunne blik soms zoo diep in, dat het barstte. Men had getracht dit te voorkomen door de bussen, even voor het sluiten, door middel van een trechter, met kokenden bouillon te vullen, doch al kon men hierdoor het barsten voorkomen, de bereidingswijze werd er niet praktischer door. Daarbij kwam, dat de ondervinding geleerd had, dat het noodzakelijk was de bussen, ook na het toesoldeeren, eenigen tijd te koken, en dat ook hierbij vele bussen barstten. CHEVALIER-APPERT vermeed al deze bezwaren, door als beginsel aan te nemen dat de bussen eerst volkomen gesloten en pas daarna verhit zouden worden. Dit laatste behoefde nu niet meer in open waterbaden te geschieden, maar kon in een gesloten ruimte, door middel van stoom gebeuren. In groote metalen ketels werden de toegesoldeerde bussen luchtig op elkander gestapeld, zoodat de stoom er overal tusschen door kon gaan, dan werd de ketel gesloten, en stoom er ingeloid. Door middel van een manometer en een veiligheidsklep kon dan de spanning van den stoom en dus de temperatuur van den ketel willekeurig geregeld worden.

De duur der verhitting hangt natuurlijk af van de grootte der bussen, daar kleine bussen veel sneller de temperatuur van den stoom aannemen dan groote; de warmtegraad, waartoe zij mochten verhit worden, is, gelijk wij gezien hebben, voor verschillende spijzen verschillend, en wordt gewoonlijk door voorloopige proeven bepaald.

Gaan wij thans tot de behandeling van de tweede methode van inmaken over. Deze berust, gelijk wij ons herinneren, op het beginsel dat de kiemen niet gedood en geweerd, maar slechts in werkeloozen toestand gebracht worden. De groenten en vruchten worden nu eens gekookt, en dan weer niet, nu eens door toevoeging van zout of zuur of andere bijvoegselen geconservéerd, dan weer eenvoudig in water gebracht, nu eens in gesloten flesschen, en dan weer open aan de lucht bewaard. In één woord de meest verschillende wijzen van behandeling doen zich hier voor, doch allen komen daarin overeen, dat de spijzen of open staan,

zoodat er dus voortdurend kiemen op kunnen vallen, of zoo ze afgesloten zijn, dan toch niet tijdens of na 't sluiten gekookt zijn, en dus eveneens nog kiemen bevatten. Steeds moet dus door de eigenschappen der spijs of van 't vocht waarin ze bewaard wordt, deze ontwikkeling der aanwezige kiemen belet worden.

Iedere huisvrouw weet, dat dit bij verschillende inmaakselen in zeer verschillende mate het geval is. Sommige stoffen worden zóó goed voorbereid, dat geen kiem van schimmel, gist of bacterie zich ontwikkelen kan, zoodat dus alle bederf volkomen is buitengesloten. Andere daarentegen mogen aan hunne oppervlakte beschimmelen; na het wegnemen van het schimmellaagje is het overige nog goed gebleven. Groenten die in open vaatjes in het zout zijn ingemaakt, vertoonen gewoonlijk op de oppervlakte der vloeistof de boven genoemde kim, een vlies dat bijna geheel uit de cellen der kimplant bestaat. Zorgt men er voor, dat dit vlies van tijd tot tijd wordt weggenomen, dan is het niet in staat de groenten tot bederf te doen overgaan.

Ten einde nu een helder inzicht in al deze verschillende manieren van inmaken te verkrijgen, willen wij ons allereerst twee vragen stellen. Van welke omstandigheden hangt het af, of zich op of in eenige soort van voedsel bederfzwammen kunnen ontwikkelen? En als deze ontwikkeling mogelijk is, welke omstandigheden bepalen dan, hoe snel zij zal geschieden?

De onderzoekingen hebben geleerd, dat dezelfde stoffen, die, in groote hoeveelheden gegeven, het leven geheel beletten, in geringere quantiteiten de ontwikkeling vertragen, en wel in het algemeen des te sterker naarmate zij in grooter gift toegevoegd zijn. Daarom kunnen wij beide vragen te zamen beantwoorden.

De voornaamste factoren, van welke het leven der bederfzwammen, afhangt, zijn de zuurstof, het water, het voedsel, de opgeloste niet voedende stoffen en de temperatuur. De strijd om het bestaan, die in zoo vele gevallen in het leven der zwammen een nog veel belangrijker rol speelt dan de opgenoemde factoren, komt bij de beginselen, waarop het inmaken van spijzen berust, bijna niet in aanmerking.

Wij moeten deze factoren thans aan een uitvoeriger bespreking onderwerpen, doch vooraf wensch ik even de bedoeling van het gezegde nader toe te lichten. Slechts wanneer alle omstandigheden gunstig zijn, kunnen zwammen zich ontwikkelen; zoodra een der genoemde een bepaalde grens overschrijdt, houden de functiën van het leven op. Voor

sommige factoren wordt deze grens zeer spoedig, voor andere daarentegen zeer moeilijk bereikt. Daarbij komt, dat zij geenszins voor schimmels dezelfde is als voor gist of voor bacteriën; integendeel, deze groepen wijken in hun vermogen om aan schadelijke invloeden weerstand te bieden, in hooge mate van elkander af.

Het is duidelijk, dat groei en vermenigvuldiging slechts bij aanwezigheid van voldoende voedsel en bij gunstige temperatuur kunnen plaats vinden. Doch aan deze beide voorwaarden voldoen ingemaakte spijzen wel altijd: ik vertrouw dat dit punt geen nadere toelichting behoeft. Alleen doe ik opmerken dat voor gisting en schimmelgroei de gunstigste temperatuur bij 25—30° C gelegen is, terwijl bacteriën aan een nog iets hooger warmtegraad de voorkeur geven (35° C). Bij temperaturen die dicht bij het vriespunt liggen houdt de werkzaamheid der zwammen op, of wordt ze tenminste zoo langzaam dat men er niets van bemerkt. Voor tusschengelegen warmtegraden geldt in 't algemeen de regel, dat de levensverrichtingen des te sneller geschieden, naarmate de temperatuur hooger is. Vandaar dat spijzen 's zomers sneller bederven dan 's winters, en dat men bij voorkeur koele plaatsen, vooral kelders, voor het bewaren van ingemaakte zaken verkiest.

Het voedsel der zwammen bestaat gedeeltelijk in organische, gedeeltelijk in anorganische stoffen; beide komen in spijzen in ruime hoeveelheid voor. Schimmels behoeven, behalve anorganische verbindingen, geen andere organische stof dan alleen suiker; zij kunnen zich echter ook met andere organische lichamen voeden. Zoo b.v. met zetmeel, eiwit, en tal van andere stoffen. Ook met organische zuren kunnen de schimmels zich voeden, een omstandigheid die voor ons van groot belang is, omdat daardoor een zure vloeistof door krachtige schimmelvegetatie langzamerhand van hare zure eigenschappen beroofd kan worden. Hierdoor wordt dus mettertijd de vloeistof geschikt voor het leven van bacteriën, en het bederf kan een aanvang nemen. Vandaar dat schimmels op spijzen in 't zuur, al doen ze geen rechtstreeksch kwaad, toch middellijk de aanleiding tot een volledig bederf kunnen worden.

De bacteriën verkiezen voor haar voedsel de meer samengestelde organische verbindingen, vooral de stikstofhoudende; de gist en de kim groeien ook bij voorkeur in zulke stoffen, doch zijn ook met suiker en anorganisch voedsel tevreden.

Uit het medegedeelde volgt als van zelf, dat men in ingemaakte spijzen aan de bederfzwammen onmogelijk haar voedsel kan onthouden,

en dat men dus in haar behoefte aan voedsel geen middel kan vinden om hare ontwikkeling te verhinderen, m. a. w., dat hieraan geen beginsel voor het inmaken van spijsen kan worden ontleend.

Anders is het echter gesteld met de overige, door mij opgenoemde factoren: de zuurstof, het water en de opgeloste niet voedende stoffen. De beide eersten kan men in zoodanige mate aan de spijsen onttrekken, de laatste in zoo groote hoeveelheid toevoegen, dat daardoor de ontwikkeling der zwammen onmogelijk wordt gemaakt. Men kan daarbij het gestelde doel door één enkelen dezer factoren trachten te bereiken, of wel, door de vereeniging van twee of meer middelen, op een schijnbaar meer samengestelde, maar in de praktijk dikwijls gemakkelijker wijze tot een gunstig resultaat komen.

Onder de opgenoemde factoren verdient thans in de eerste plaats de zuurstof onze aandacht, want bij alle niet kiemvrij gemaakte, maar toch luchtdicht afgesloten spijsen is het doel dezer afsluiting, aan de kiemen der bederfzwammen de voor haar leven noodige zuurstof te onthouden.

De zwammen toch hebben, evenals de hoogere planten en evenals de dieren, voor hare ademhaling zuurstof noodig. Laat ons daarom even een blik werpen op de ademhalingsverschijnselen der hoogere planten.

Gelijk iedereen weet staan de meeste planten in een dubbele betrekking tot de atmosfeer. De groene bladen voeden zich met koolzuur, en geven daarvoor zuurstof terug, terwijl zij de koolstof door verbinding met andere elementen voor den bouw van nieuwe plantendeelen geschikt maken. Zij doen dit echter alleen zoolang als zij door zonlicht of door tamelijk sterk daglicht beschenen worden. Is dit niet het geval, zoo houdt de verrichting der voeding op. Alle niet groene plantendeelen nemen aan dit proces zelfs in het zonlicht geen deel. Daarentegen ademen zij voortdurend, en verbruiken daarbij de zuurstof der lucht, terwijl zij koolzuur afgeven. De groene bladen ademen ook wel, en geheel op dezelfde wijze; zoolang zij echter door 't licht beschenen worden is de ademhaling geheel bedekt door de veel sterkere koolzuur-ontleding. Doch in 't donker of in zwak licht gedragen zij zich evenals niet-groene deelen.

Iedereen weet, dat de afwezigheid van groene cellen een der kenmerken van de zwammen is. Zij kunnen dus natuurlijk geen koolzuur ontleden, en hunne ademhaling zal dus nooit door de processen der voeding onkenbaar gemaakt worden.

De meeste planten hebben voor het onderhoud van haar leven vrij veel zuurstof noodig; velen verbruiken in 24 uur meer dan haar eigen volumen van dit gas, en kunnen dus in dat tijdsverloop een vijf maal grooter volumen atmosferische lucht van haar zuurstof berooven. Vandaar dat in een gesloten ruimte tenminste, in het donker, het leven der planten groot gevaar loopt. Wel is waar sterven planten in een van zuurstof beroofde lucht niet terstond, maar zij houden hier toch op te groeien en zich te ontwikkelen. Duurt het verblijf in zulk een ruimte langer, b.v. verscheidene dagen, dan zal een herstel niet meer mogelijk zijn, en de planten zullen, evenals dieren dit zouden doen, uit gebrek aan lucht te gronde gaan.

Men kan zich door een zeer eenvoudige proef van het groote belang van de zuurstof voor den groei der planten overtuigen. Wij kiezen daartoe de gewone blauwe schimmel. In twee gelijke fleschjes wordt zoo veel van een slappe oplossing van suiker in water gebracht, dat de fleschjes omstreeks half vol zijn.

Nu zaaien wij in beide fleschen, op de oppervlakte der vloeistof enkele sporen van de schimmel, sluiten dan de eene flesch met een stop goed luchtdicht en laten de andere open staan. Beide plaatsen wij op een warm plekje.

Na een paar dagen beginnen de sporen in beide fleschjes te ontkiemen; er ontstaan kleine witte schimmelvlokjes, die op de oppervlakte van het vocht blijven drijven. Zij groeien zeer snel en vormen weldra een aantal groote, vrij drijvende vlokken. Tot hiertoe ging de ontwikkeling in beide flesschen even snel. Thans houdt die in de gesloten flesch op; die in de open flesch gaat daarentegen ongestoord voort, totdat een dikke schimmellaag de geheele vloeistof bedekt en overal de blauwe sporen in groote hoeveelheid worden afgesnoerd. Vanwaar dit verschil, dit plotseling ophouden van den groei bij de eene proef? Het eenige onderscheid in de inrichting der beide flesschen lag daarin, dat de eene open en de andere gesloten was, dat dus in de eene de verbruikte lucht telkens kon ververscht worden, in de andere niet. Zoodra in de gesloten flesch de zuurstof verteerd was, hield de groei op; in de andere stroomde steeds nieuwe zuurstof uit de omgevende lucht toe.

In de leer der ademhaling is het een belangrijke vraag, welke betrekking er bestaat tusschen de hoeveelheden koolzuur en zuurstof, die in denzelfden tijd worden uit- en ingeademd. In het algemeen zijn deze hoeveelheden, naar het volumen gemeten, gelijk, zoodat een plant, in

een afgesloten ruimte ademende, het volumen van die ruimte niet vergroot of verkleint. Bij deze proeven heeft men echter opgemerkt, dat de gelijkheid slechts zoolang blijft bestaan, als er nog zuurstof in de omgeving der plant aanwezig is; zoodra deze geheel verteerd is, doet zich een ander verschijnsel voor. Het volumen der lucht begint dan grooter te worden, m. a. w. de plant gaat voort met koolzuur uit te ademen, ook al kan zij geen zuurstof opnemen. Dit uiterst merkwaardig verschijnsel duurt zoolang voort, als de plant in leven blijft, eerst met den dood houdt de uitademing van koolzuur op. In dit opzicht gedragen planten zich juist zooals koudbloedige dieren, die ook in zuurstofvrije omgeving nog geruimen tijd voortgaan koolzuur uit te ademen. Het spreekt van zelf, dat dit koolzuur aan de bestanddeelen van het lichaam ontleend wordt, en dat dus, bij gemis van herstel door zuurstof, de weefsels al meer en meer uitgeput zullen raken. Eindelijk zal deze uitputting zoover gaan, dat de plant of het dier sterft.

De ademhaling gaat dus, ook in een zuurstofvrije ruimte, eenigen tijd voort; voert men na niet te langen tijd weer versche lucht toe, zoo kan de plant of het dier het geleden verlies weer herstellen; bij korten duur is dan het verblijf in een zuurstofvrije lucht onschadelijk. Slechts zelden duurt echter de ademhaling onder deze omstandigheden lang, en slechts zelden is zij daarbij zoo krachtig, dat zij met groei en vermenigvuldiging, in één woord met actieve levensverrichtingen gepaard gaat. Dit geval komt onder de hoogere planten niet voor. In het geheele plantenrijk zijn het alleen de gist en de bacteriën, die de vrije zuurstof der lucht zonder belangrijk nadeel kunnen ontberen, en ook zij kunnen dit nog slechts onder enkele zeer bepaalde omstandigheden, en slechts voor een beperkten tijd.

Het is voor ons onderwerp van het hoogste belang, dit onderscheid tusschen de gist en de bacteriën aan de eene zijde, en alle andere planten aan de andere zijde nauwkeurig te leeren kennen. Gelukkig, dat er onder de bederfzwammen ook soorten gevonden worden, die zich juist zoo gedragen als de hoogere planten, en dat wij bij deze bespreking dus niet buiten ons onderwerp naar een maatstaf ter vergelijking behoeven te zoeken.

(Slot in het volgende nummer.)