

B A C T E R I Ë N

DOOR

Dr. T. C. WINKLER.

Bacteriën, bacillen, micrococceen, of hoe men de ons bekende kleinste organismen ook moge noemen, staan in nauw verband met een menigte verschijnselen der natuur. Bacteriën spelen een rol in het leven en in den dood, in gezondheid en ziekte, in het groeien van planten en dieren, in het vruchtbaar maken van den bouwgrond, in gisting-processen, in het ontstaan van kleuren. Overal en altijd vindt men bacteriën: in de lucht, in het water, in den aardbodem, in de stofjes die in de lucht zweven, in het binnenste van planten en dieren. En bedenkt men nu hierbij dat de invloed, de werking, dier bacteriën zoo ontzaglijk groot is op alles wat organische stof mag heeten, dan zeker zal het den geëerden lezer van het *Album der Natuur* niet anders dan aangenaam kunnen zijn, een blik te werpen op die kleinsten van alle ons bekende wezens.

Bacteriën zijn mikroskopische plantjes: zij vormen een flora die voor het ongewapende oog onzichtbaar is, maar die, wat haar belangrijkheid in de huishouding der natuur betreft, met de zichtbare flora te vergelijken is; die, in uitbreiding en verspreiding zoo groot is als, ja in sommige opzichten grooter dan het zichtbare plantenrijk, ja dan het planten- en dierenrijk samen. Dat men die voor het ongewapende oog onzichtbare plantjes dan ook slechts door middel van den mikroskoop kan zien, behoeven wij niet te verzekeren. Die studie door middel van den mikroskoop heeft ons geleerd, bij voorbeeld, dat de alcoholische gisting door zoogenoemde *Saccharomy-*

ceten wordt voortgebracht, de melkgisting door *Bacillus lactis*, de azijn-gisting door *Bacterium aceti*. De ammoniakale gisting der urine wordt veroorzaakt door *Micrococcus ureae*; de botergisting in de kaas door *Bacterium butyricus*. Roode vlekken, als bloedvlekken, vertoonen zich soms op hostiën, brood, rijst, aardappels enz.; zij worden voortgebracht door *Bacillus prodigiosus*; *Bacillus xanthinus* en *Bacillus cyanogenus* kleuren de melk geel en blauw. Verscheidene soorten van bacteriën leven in den mond en het darmkanaal van gezonde menschen en dieren en zelfs in het bloed van visschen. De maag en ingewanden van plantenetende dieren bevatten een groot getal bacteriën of microben, die een rol schijnen te spelen in de spijsvertering, vooral in de vertering van het celweefsel, *cellulose*. Ook zijn er bacteriën die het eiwit omzetten in peptonen, zooals blijkt uit het feit, dat, als men die bacteriën weet te verwijderen of te doden, het eiwit moeilijker wordt verteerd. Er zijn bacteriën die een groote rol spelen in het ontkiemen en groeien van hoogere planten; als men den grond weet te berooven van die bacteriën, ontkiemen de planten moeilijker en langzamer. Het speeksel van menschen bevat niet zelden een *Micrococcus*, die dat vocht in sommige omstandigheden vergiftig kan maken. In de verrotting van organische stoffen spelen bacteriën de hoofdrol. Het adellijk worden van wild is een begin van de werking van rottingsbacteriën. Zelfs de geuren der planten hangen soms af van bacteriën. SUCHSLAND heeft aangetoond, dat de verschillende soorten der tabakspant verschillende bacteriën bevatten, die den eigenaardigen geur veroorzaken.

De geschiedenis der bacteriën vangt reeds aan in 1675 met LEEUWENHOEK. Met den eersten door hem gemaakten mikroskoop zag hij in een druppel water, in speeksel en in darmslijm kleine bolletjes, die zich bewogen en die, naar zijn beschrijving te oordeelen, klaarblijkelijk bacteriën waren. Doch hij zag die voorwerpjes aan voor diertjes, en deze meening is gehuldigd tot in de tweede helft van onze 19de eeuw. In 1773 trachtte o. J. MÜLLER deze mikroskopische organismen te rangschikken en noemde hen infusiediertjes, infusoriën. Hij beschreef er 45 soorten van, die hij in twee geslachten verdeelde, *Monas* en *Vibrio*. In het eerst der 19de eeuw wist men nog niet het onderscheid te bepalen tusschen dieren en planten, zoodat men toen nog in de onzekerheid was betreffende den waren aard dier wezentjes en in 1824 stelde BORY DE SAINT-VINCENT voor, er

een afzonderlijk tusschenrijk voor te vormen, onder den naam van *Psychodiales*, dat door HAECKEL later genoemd is het rijk der *Protisten*. Doch EHRENBERG, in 1838, ofschoon hij deze organismen nog voor dieren hield, gaf er het eerst een goede klassificatie van, die tot grondslag van alle volgende heeft gediend. Hij verdeelde hen namelijk in de genera *Bacterium*, *Vibrio*, *Spirillum* en *Spirochaete*. Eindelijk bewees DAVAINE, in 1859, in zijn *Traité des Entozoaires* duidelijk, dat de bacteriën planten zijn, grenzende aan de wieren en in 't bijzonder aan de conferven.

In 1860 begon er een nieuw tijdperk in de geschiedenis der bacteriën: tot dien tijd bijna onbekend, zullen zij van nu aan een hoofdrol spelen in de industrie, de geneeskunde en de gezondheidsleer. PASTEUR maakte zijn schoone ontdekkingen en onderzoekingen over de gisting bekend (1853—1860), en bewees dat alle gistingprocessen te danken zijn aan de tegenwoordigheid van micro-organismen, grenzende aan de wieren. Die werken van PASTEUR trokken de aandacht van DAVAINE, die reeds in 1850 in het bloed van dieren, die aan miltvuur waren gestorven, kleine staafjes gevonden had, die hij tot zijn genus *Bacteridium* bracht en die thans onder den naam van *Bacillus anthracis* bekend zijn. DAVAINE vroeg zich af, of die staafjes niet de oorzaak van die ziekte waren: hij inoculeerde dieren met bloed van miltvuurzieken en zag, dat deze stof zelfs in oneindig kleine hoeveelheid diezelfde ziekte te weeg bracht en zelfs den dood veroorzaakte; en verder dat het bloed van besmette dieren uiterst groote hoeveelheden bevatte van staafjes, die identisch waren met zijn *Bacteridium*. En steunend op die zoo nauwkeurig gedane onderzoekingen, bewees PASTEUR dat het bloed van gezonde dieren geen bacteriën bevat; dat deze organismen de oorzaak der verrotting zijn, dat zij in het lichaam gevoerd worden door de lucht en er niet in gevonden worden dan na den dood of gedurende sommige ziekten.

Sedert 1870 heeft de studie der bacteriën een ongekende vlucht genomen. Het zou ons hier te ver voeren alle onderzoekers te noemen, die zich in het een of ander opzicht voor de bacteriologie verdienstelijk hebben gemaakt. Noemen wij hier slechts COHN, die de bacteriën onder den naam van schizosporen in de klasse der wieren plaatste; NÜGELI, die hen onder den naam van schizomyceten bij de paddestoelen voegde; VAN TIEGHEM, die deze micro-organismen beschreef als gekenmerkt door een *thallus*, gevormd uit gelijke, zeer kleine cellen, met tusschenschotten in één, twee of drie

richtingen. In den vorm van een ronde cel noemde hij hen *Micrococcus*; als zij zich van elkander scheiden, dissociëeren, terstond nadat zij gevormd zijn, heeten zij *Bacterium*, *Diplococcus*, enz. en als zij tot min of meer lange staafjes vereenigd blijven, vormen zij de lichamen die men *Bacillus* noemt. En noemen wij nu hier nog de vele leerlingen van PASTEUR, zooals CHAMBERLAND, ROUX, THUILLIER en anderen; in Duitschland KOCH en zijn leerlingen; in Engeland KLEIN; in Brazilië DOMINGOS FREIRE; in Japan KITASATO — dan kunnen wij dit korte geschiedkundige overzicht hier gevoegelijk eindigen, echter niet dan na nog even met een enkel woord te melden, dat, hoeveel verschillende verdeelingen er ook door onderscheidene der genoemde geleerden zijn voorgeslagen, men tegenwoordig vrij algemeen aan de familie den naam geeft van *Bacteria*, en de geslachten, genera, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Vibrio*, *Leptothrix*, *Spirillum*, *Cladothrix* enz. noemt. Wij zullen in dit opstel ook deze verdeling volgen. En eindelijk moeten wij niet vergeten te melden, dat er tegenwoordig reeds zoo veel soorten van bacteriën bekend zijn, dat EISENBERG in 1891 reeds 376 soorten, DE TONI in 1892 658 soorten en KÜTKE in 1893 ruim 750 soorten van bacteriën heeft beschreven.

Alle vormen van bacteriën vertoönen zich als zulke kleine wezentjes, dat zij, zooals ik boven reeds heb gezegd, slechts met den mikroskoop te zien zijn. Eerst met vergrooingen van 700 tot 1500 diameter kan men bacteriën zien, vooral dan als zij vooraf gekleurd zijn geworden. Bij vele soorten gaat dit kleuren, vooral met anilinekleurstoffen, vrij gemakkelijk, hetzij dat de bacterie gekleurd wordt en de omringende middenstof niet, hetzij andersom, hetzij dat de sporen der bacteriën alleen de kleurstof aannemen; terwijl er ook onderscheidene soorten van bacteriën zijn, die een eigen kleur vertoönen. Zoo b.v. is *Bacillus virens* groen van kleur, *Bacillus ruber* steenrood en *Bacillus erythrosporus* bloedrood van kleur.

Er bestaan een menigte bacteriën welker grootte niet het $\frac{1}{2500}$ gedeelte van een millimeter te boven gaat. Bij 3000 tot 4000 maal vergrooing vertoönen de kleinste bacteriën zich ongeveer zoo groot als een punt of een komma in een gedrukt stuk. Een bacterie staat in grootte tot den mensch zooals een zandkorrel staat tot den Mont-Blanc. Men heeft dan ook een maat moeten zoeken om hun grootte aan te geven en daartoe voorgesteld het duizendste gedeelte van een millimeter. Dien milli-millimeter noemt men een *micron*

en men duidt hem aan door de μ van het grieksche alphabet, de *mu*, onze *m*. Een bacterie, waarvan er 2500 op een millimeter gaan, wordt dus, wat zijn lengte betreft, voorgesteld door: 0.4 μ . En dit bedenkende, is het niet zoo volkomen ongelooflijk, wat een engelsch tijdschrift eenigen tijd geleden in zijn *Science Notes* vertelde, namelijk, dat er in een gram boter 47,250,000 microben aanwezig zijn, zoodat, als men een boterham eet, men zeker meer microben verorbert dan er menschen zijn in 10 groote steden, al waren zij allen zoo bevolkt als Londen.

Reeds herhaalde malen hebben wij gezegd, dat bacteriën planten en geen dieren zijn en daarbij hebben wij vooral het oog gevestigd op hun morphologische kenmerken. Wij weten dat hunne bestanddeelen, zooals die der planten, bestaan uit een scheede, gevormd uit celweefsel of cellulose, waarin zich het wezenlijke deel, het levende protoplasma, bevindt. Inderdaad, de bacteriën zijn te vergelijken met de ééncellige planten, hoewel men er tot heden nog geen celkernen in heeft kunnen aantoonen. Doch wel is het aan verschillende onderzoekers gelukt, door het kleuren van sommige bacteriën, er deeltjes in aan te toonen, die beschouwd worden als overeenkomstig te zijn met de celkern der typische plantencel. Doch bovendien bewijzen de bacteriën ons dat zij plantjes zijn, door hun vermogen om uit enkelvoudige organische stoffen zeer samengestelde zelfstandigheden op te bouwen, zooals het protoplasma van hun eigene lichamen. Er zijn zeer vele soorten van bacteriën bekend, die groeien en zich vermenigvuldigen, dat is die opbouwen hun hoogst samengestelde stikstofhoudende eiwitstoffen ten koste van betrekkelijk enkelvoudige stikstofhoudende lichamen, zooals tartras ammoniae, ureum en verwante lichamen; ja zelfs zijn er die dit kunnen doen door het opnemen van vrije stikstof uit den dampkring. Andere soorten evenwel vereischen, voor haar groei en vermenigvuldiging, even samengestelde stikstofhoudende stoffen als het dierlijke lichaam zelf en zijn, even als dit, in staat om die samengestelde stoffen te verbreken of te ontleden tot eenvoudiger samenstellingen. Tot deze groep behooren vele soorten van pathogene of ziekmakende bacteriën, als ook soorten die werkzaam zijn in de ontleding en verrotting van eiwithoudende lichamen.

Alle bacteriën vermenigvuldigen zich door deeling of splinging, en vandaar hun naam van schizomyceten, dat is splingzwammen.

Dit woord is niet gelukkig gekozen; immers bij het woord splijten denken wij steeds aan een voorwerp, een stuk hout bij voorbeeld, dat in perpendiculaire richting, in de lengte gekloofd wordt en zouden wij dus kunnen meenen, dat ook de bacteriën, de staafvormigen, in de richting van hun lengte-as zich splitsen. Dit nu is niet het geval: zij verdeelen zich in dwarse richting: het staafje wordt in stukjes, in leden verdeeld, door het verkrijgen van spleten of kloven, die min of meer rechthoekig op de lengte-as staan. Het is evenwel waar, dat men in de anatomie ook dwarslopende spleten kent, zooals de mondspleet, de oogspleet enz. Het typische vermenigvuldigingsproces der bacteriën bestaat in het toenemen in grootte van het individu en vervolgens in het zich verdeelen in tweeën. De zoo door splijting ontstane nieuwe wezens zijn geschikt om te groeien, zich weer te verdeelen in tweeën, en zoo voort. De twee vormen er vier; de vier acht, de acht zestien, en dit gaat zoo voort zoolang de uitwendige omstandigheden die splitsingen toelaten. Er zijn echter ook bacteriën, die zich in de lengte-as splijten, en dit ziet men vooral bij sommige soorten van *Proteus*. Bacteriën, die ontstaan zijn door wat de Franschen noemen *scissiparité*, blijven niet zelden aan elkander verbonden en vormen dan tot paternosters of kralesnoeren vereenigde strengen, of wel zij gaan van elkander en vertoonen zich dan als afzonderlijke individuen. De vermenigvuldiging der bacteriën gebeurt in den regel met een zeer groote snelheid, afhankelijk van de hoeveelheid en de hoedanigheid van de voedingstof of van den bodem, waarop zij groeien en van de temperatuur. Terwijl sommige soorten zelfs op een lage temperatuur zich vermenigvuldigen, doen anderen het slechts bij een vrij hoogen warmtegraad. Door prof. FORSTER is bevonden, dat de meeste bacteriën een vrij hooge temperatuur kunnen verdragen eer zij gedood worden: die van typhoïde koorts, cholera en tuberculosis sterven eerst bij 60° C., terwijl sommige soorten zelfs eerst bij 80°, 90° en 95° sterven. Verder heeft dezelfde geleerde ook ontdekt, dat er bacteriën zijn, die zich zelfs ontwikkelen op een temperatuur van smeltend ijs, dus op 0° C. Deze bacteriën worden gevonden in zeewater, in brak water, op visch, enz. Dit zijn de zelfde soorten, die de eigenschap hebben een phosphorisch licht voort te brengen; doch hierover zullen wij straks spreken. KLEIN heeft bevonden dat de mate van snelheid, waarmede bacteriën zich op een temperatuur van 20° C. verdeelen, afwisselt van achttien tot dertig minuten of een weinig langer, en op hoogere temperatuur betrekkelijk sneller. Hij inoculeerde een

reageerglaasje met vleeschbouillon gevuld met een spoor van *Staphylococcus pyogenes aureus*, namelijk van acht cocci op den kubieken centimeter. Het buisje werd gehouden op 37° C. In de eerste vier en twintig uur waren de cocci vermeerderd tot 640,000 per kubieke centimeter, in de tweede vier en twintig uur tot 248 millioen, en in de derde vier en twintig uur tot 1184 millioen per kubieke centimeter. Men heeft waargenomen, dat er elk uur een splitsing in tweeën gebeurt; en wat een onophoudelijke splitsing kan doen, weten wij door de algemeen bekende berekening van den boer die zijn twintig koeien verkocht, de eerste voor 1 cent, de tweede voor 2 centen, de derde voor 4, de vierde voor 8 en zoo voort tot de twintigste koe, die dan bleek 524288 centen (5242 gulden 88 cent) te moeten kosten. Die berekening tot voorbeeld nemende, blijkt het dat na 24 uren het getal nieuwe bacteriën reeds meer dan 16 millioen, na twee etmalen 280 millioen en na drie etmalen 147 trillioen kan bedragen, als alle omstandigheden gunstig zijn.

Zeer merkwaardig is ook de bewegelijkheid, die sommige bacteriën vertoonen, een bewegelijkheid, een veranderen van plaats die zoo opmerkelijk is, dat het geen wonder genoemd kan worden, dat de eerste waarnemers, zooals LEEUWENHOEK en zijn navolgers tot DAVAINÉ, de bacteriën aanzagen voor diertjes en niet voor plantjes. In sommige soorten vertoonen de meeste individuen, in andere soorten betrekkelijk weinigen een actieve plaatsverandering: zij draaien in 't rond en schieten heen en weer; terwijl vele andere soorten zulk een bewegelijkheid niet vertoonen. In de bewegelijke soorten wordt de plaatsverandering uitgevoerd door de actieve beweging van zweepdraden, *ciliae* of *flagella* genoemd. Van de grootere soorten van bacteriën zijn zulke zweepdraden reeds in vorige jaren gezien en gefotografeerd geworden, doch slechts in den laatsten tijd is het aan LÖFFLER, door het bezigen van een nieuwe handelwijze, gelukt aan te toonen, dat zelfs de kleinste vormen van zulke zweepdraden zijn voorzien. Door deze onderzoekingen is het merkwaardige feit aan 't licht gekomen, dat terwijl sommige bacteriën slechts een enkelen zweepdraad aan het eene uiteinde bezitten, andere soorten een bundel van zulke draden vertoonen, en nog anderen geheel met *ciliae* zijn bedekt. Zoo bezit *Spirillum volutans* twee zweepdraden aan het eene einde, de cholera-bacil slechts één en is de typhoïde-bacil met een groot getal zweepdraden bedekt.

Doch al zijn de flagella de bewegingswerktuigen der bacteriën, dit verklaart ons nog niet hoe en waardoor die organen in beweging worden gebracht: onze beenen zijn wel de organen waardoor wij kunnen loopen, maar onze wil, onze hersenen, moeten door middel van zenuwwerking de spieren tot samentrekking noodzaken, als wij willen loopen. Wat is het dan dat de zweepdraden der bacteriën in beweging brengt? Ik heb bij vele schrijvers gezocht naar die oorzaak, doch geen daarvan heeft mijn weetlust kunnen bevredigen. COHN meent dat de beweging der bacteriën een gevolg is van de voeding, nutritie, en afhangt van de aanwezigheid van zuurstof. Volgens VAN TIEGHEM zouden de bewegingen der bacteriën ontstaan door samentrekking van het protoplasma, die zich aan het uitwendige bekleedsel zou mededeelen. Sommige bacteriologen noemen als die oorzaak oppervlakte-spanning; anderen spreken van circumnutation-beweging; nog anderen van een reflectorische of chemische aantrekking — ik moet bekennen, dat de zaak mij door die woorden volstrekt niet helder wordt. KÜHNÉ zegt: »Het vraagstuk omtrent den vrijen wil is voor de bacteriën nog even onopgelost als het dit voor den mensch is. Wanneer wij hunne verschillende vormen van beweging beschouwen, en zien hoe de bacteriën in enkele gevallen zich naar een bepaald doel verplaatsen, dan komt het mij voor, dat de reflectorische of chemische aantrekking, waarvan enkele bacteriologen spreken, veel gelijk op de aantrekking die vleesch op een hond heeft; toch is het er ver van af, dat men eenige conjectuur in die richting kan maken, al verdient het opmerking, dat, onder anderen volgens ENGELMANN, *Bacterium photometricum* zich het sterkst verzamelt in het ultra-roode licht van het zonnenspectrum en het violette schijnt te ontwijken.» En dit denkbeeld, dat het licht soms de oorzaak van de bewegingen der bacteriën kan zijn, is, mijns bedunkens, ganschelijk niet te verwerpen, als wij bedenken dat de zwerm-sporen van sommige wieren door licht en door de warmte in beweging worden gebracht, en wij daarbij bedenken dat de nieuwere natuurkunde ons leert, dat warmte en licht eigenlijk één zijn.

Wij hebben boven gezien hoe de bacteriën zich vermenigvuldigen door deeling. Doch bovendien vermenigvuldigen zij zich ook door het voortbrengen van sporen, die men onderscheidt in ectosporen en endosporen. In zekeren toestand ontwikkelt er zich in de

bacterie, in zijn protoplasma, een klein glinsterend korreltje, dat in grootte toeneemt en ovaal van vorm wordt, terwijl het overige van het protoplasma verbleekt, opzwellt, langzamerhand ontaardt en eindelijk verdwijnt, waardoor de volkomen gevormde eivormige glinsterende spore vrij wordt. De zoo ontstane sporen bieden een grooten weerstand aan temperatuursveranderingen, aan scheikundige schadelijke stoffen, aan uitdroging enz., zoodat zij, zelfs na een lang tijdsverloop en na in verschillende omstandigheden te hebben verkeerdt, als zij weder in gunstige omstandigheden worden gebracht, in staat zijn zich tot volkomene bacteriën te ontwikkelen. En dezen groeien dan en verdeelen zich en brengen een nieuwen oogst voort. De sporen van *Bacillus subtilis* bieden weerstand aan een temperatuur van 105° C., een warmtegraad waarbij de meeste andere bacteriën sterven. En in droge lucht bieden vele sporen zelfs aan 110° C. weerstand, zoodat het noodig is de warmte tot 120° C. op te voeren om de glaasjes of buisjes waarin men bacteriën-kulturen wil kweken, te steriliseeren, dat is alle kiemen te dooden die er door de lucht in konden zijn gebracht. Doch een temperatuur van 35° C. is de gunstigste voor den groei en de vermenigvuldiging der bacteriën, en merkwaardig is het dat die temperatuur zoo dicht nadert tot die van de inwendige organen van den mensch en de warmbloedige dieren (37° C. bij den mensch en de meeste zoogdieren, 40° C. bij de vogels). De niet sporen voortbrengende bacteriën zijn derhalve vatbaarder om te bezwijken in den strijd om het bestaan dan de sporen voortbrengende, hoewel het waar is dat vele soorten van niet sporen voortbrengende bacteriën zich door deeling zoo sterk vermenigvuldigen en zoo weinig kieskeurig zijn in wat zij noodig hebben, dat zij al meer en meer nieuwe generatiën voortbrengen als de omstandigheden slechts even gunstig zijn. Vooral is dit het geval met vele verrottingsbacillen en cocci. Merkwaardig om de vele sporen, die hij voortbrengt, is de tetanus-bacil. Deze bacil is het eerst gevonden door dr. KITASATO, die aangetoond heeft dat zijn sporen zich in bloedserum van een paard niet tot bacillen ontwikkelen, en dat die stof dus een voorbehoedmiddel voor tetanus kan zijn; terwijl HERVIEJAN bevonden heeft dat de sporen van den tetanus-bacil in 't leven blijven en tetanus kunnen verwekken, zelfs na elf jaren lang verborgen te zijn gebleven in een houtsplinter, die eens tetanus had verwekt. En KÜTNE zegt, over het leven en sterven der bacteriën sprekende: »Zooveel staat echter vast, dat onder gunstige omstandigheden de bacteriën of mis-

schien wel hare sporen jaren lang kunnen bewaard blijven, om later, onder voor hare ontwikkeling gunstige omstandigheden, zich weder te vertoonen. Jaren lang kan de *Micrococcus prodigiosus* op aardappelmoes bewaard blijven: men spreekt van gevallen waar roodvonk drie jaren in beddegoed zou latent gebleven zijn, en het zelfde wordt onder anderen door GUINON ook van de diphtheritis-bacil beweerd. Zeker is het dat de sporen nog veel langer de vatbaarheid tot ontwikkeling behouden.”

De stelling, dat zuurstof volstrekt noodzakelijk is voor het leven, wordt niet bevestigd door sommige soorten van bacteriën. Er zijn bacteriën, die zich ontwikkelen en zich vermenigvuldigen zonder met zuurstof in aanraking te komen, terwijl andere soorten zonder zuurstof niet kunnen bestaan. Dit is vooral door PASTEUR en ook door KLEIN en andere geleerden geleerd. Men onderscheidt daarom de bacteriën in *aërobiën* en *anaërobiën*. De aerobiën leven in de lucht, in het water, in het bloed en andere vochten van dierlijke en plantaardige lichamen en dus als echte planten, die de zuurstof van de lucht kunnen opnemen. De anaërobiën daarentegen kunnen leven zonder zuurstof, ja zelfs houdt de aanwezigheid van zuurstof hunne ontwikkeling tegen: zij sterven zelfs in zuurstof. De bijna overal voorkomende *Bacterium termo*, een bacil die leeft aan de oppervlakte van rottende vloeistoffen, is een goed voorbeeld van een aerobië bacil, terwijl *Vibrio rugula*, die in dezelfde rottende vloeistoffen leeft, mits onder de door *Bacterium termo* bewoonde laag, een anaerobië bacil is. Verder zijn er ook die naar omstandigheden met en zonder de aanwezigheid van zuurstof kunnen groeien en zich vermenigvuldigen; deze noemt men facultatief aërobië.

Na deze korte algemeene beschouwing der bacteriën, willen wij nu eenige bijzondere werkingen van deze organismen bespreken.

Een van de belangrijkste werkingen van bacteriën is die, welke zekere soorten oefenen op eiwit, een werking die men de rottende ontleding van eiwit, plantaardig en dierlijk, noemt. Elke organische stof, die niet leeft, wordt opgelost in eenvoudiger samenstellingen, wordt opgelost in lagere stikstofhoudende stoffen, zooals leucine, tyrosine, indol, phenol enz., waarvan de eindproducten zijn ammonia, nitriten en nitraten. De plant, in 't algemeen gesproken, vormt haar eiwit uit nitraten; dat eiwit is het, 't welk het proto-

plasma harer cellen vormt; dat eiwit is het, 't welk als stikstofhoudend voedsel dient voor het dier, en het dier levert weer voedsel voor andere dieren en voor den mensch. In het levende dierlijke lichaam wordt het eiwit ontleed, opleverende stikstofhoudende stoffen, zooals ureum en dergelijke zelfstandigheden, die later op haar beurt, na een verdere oxydatie in den bodem en in het water, dienen om nitraten te verschaffen aan de plant. Maar ook de doode lichamen van dieren en planten vormen een rijke voorraadschuur, waaruit, door een lange reeks van processen, ingeleid en uitgevoerd door micro-organismen, lagere stikstofhoudende samenstellingen en ten laatste ammonia en nitraten worden voortgebracht, waaraan de levende planten in de hoofdzaak haar stikstof ontleenen. Hieruit blijkt dus, dat het plantenrijk, wat de stikstof betreft, volkomen afhankelijk is van processen, door welke uit het eiwit van doode organische stof, door de werking van micro-organismen, worden gevormd in de eerste plaats lagere stikstofhoudende stoffen en ten laatste ammonia, en in de tweede plaats, ook door micro-organismen, nitriten en nitraten. Nu, bacteriën, die in staat zijn om de eerste reeks van ontledingen van doode organische stof te veroorzaken, vormen, om zoo te zeggen, de voorhoede van het aanvallend leger. Dat leger is het, 't welk, terwijl het in aantal toeneemt, het eiwit ontleedt en het verandert in leucine, tyrosine, indol en ammonia. Van de vele soorten van rottingsbacteriën willen wij nu een paar beschouwen, die door hun overgroote verspreiding een hoofdrol spelen in de ontleding van eiwit, namelijk den *Proteus vulgaris* en den *Bacillus coli*.

De *Proteus vulgaris* is de meest voorkomende verrotting verwekkende bacterie. Hij is bijna onveranderlijk aanwezig in doode en verrottende organische stoffen; hij is het organisme dat in doode dieren en menschen de hoofdrol speelt in de vernietiging en oplossing van het lichaam; hij is aanwezig in de normale ingewanden en niet minder in de zieke ingewanden van dieren en menschen.

Overal, waar rottende stoffen zijn, vindt men den *Proteus vulgaris*; hij kan uit zulke stoffen overgebracht worden in andere voor rotting vatbare stoffen, door luchtstroomen, door stof, door water, door de aanraking van menschen of op andere wijzen en kan dan in die stoffen verrotting doen ontstaan. Zooals zijn naam (*Proteus*) aanduidt, vertoont deze bacterie zich in zooveel verschillende vormen, dat men op het eerste gezicht bezwaarlijk kan gelooven, dat allen vormen zijn van een en het zelfde wezen; ronde bolletjes, korte ovalen, korte

en lange cylinders, lange draden en zelfs spiralen. Door kunstmatige kultuur kan men echter bewijzen, dat al die vormen toch slechts een enkele soort uitmaken en dat cylinders en draden de eerste vormen, en bolletjes en cocci de laatst ontstane vormen zijn. Het is dan ook ten gevolge van dien onstandvastigen vorm dat HAUSER hem *Proteus* heeft genoemd en hem den soortnaam *vulgaris* heeft gegeven, omdat hij de algemeen voorkomende rottings-bacterie is. Zijn eerste en belangrijkste werking is, dat hij eiwit peptoniseert en gelatine vloeibaar maakt en peptoniseert: vervolgens ontleedt hij dit pepton, en verwekt onder anderen leucine, tyrosine, indol, skatol, phenol en verder ammonia.

Bacillus coli is, evenals *Proteus vulgaris*, een bewegelijke bacterie en is een vaste bewoner van de ingewanden van menschen en dieren. Ook deze bacterie ontleedt het eiwit, doch verschilt hierin van den *Proteus*, dat hij die stof ontleedt zonder haar vooraf in pepton om te zetten: hij maakt gelatine niet eerst vloeibaar, maar vormt snel uit eiwit indol en verwante lichamen en zelfs ammonia.

(Slot volgt.)