

schonden, een ei was tenminste op het dier niet gelegd. Den volgenden dag was mijn mierwesp dood, de larve begon weer wat beweeglijk te worden.

Wegens examendrukke moest ik de animeerende proefnemingen staken.

25 September heeft dan een derde mierwesp met geheel zwarte thorax onder mijn oogen een driekwart volwassen larve bewerkt, precies op dezelfde wijze en den volgenden dag vond ik aan de buikzijde tusschen het derde pootsegment en het volgende een geelwit eitje. Het was zeer langwerpig van vorm en ruim 2 m.M. lang. 't Is niet uitgekomen, na een week was het verdroogd en na 14 dagen verdwenen. De keverlarve heeft nog twee maanden, levend maar *blijvend* verlamd, in het zandschaaltje doorgebracht; fig. 9 geeft haar portret, zooals ze er begin Maart 1908 uitzag.

Het beslissende bewijs, dat *Methoca* op *Cicindela* larven parasiteert, heb ik tot mijn spijt niet kunnen leveren. In 1906 (zie de Nov. afl.) heb ik me hoogstwaarschijnlijk vergist, niet in de waarneming, maar in de conclusie. Het gat, dat ik *Methoca* toen zag sluiten, is denklijk ook van een *Cicindela* geweest en niet van een *Ammophila*, zooals ik vermoedde. 'k Zal voorzichtiger in mijn conclusies zijn.

Mijn *Methoca*'s schenen de anatomie van de zandloopkeverlarve „op een prik“ te kennen. Als 't waar is, bevat elk thoraxsegment een zenuwcentrum en de eerste achterlijfsringen misschien nog een minder belangrijke knoop. Ik ben toen natuurlijk gaan snuffelen, maar mijn boeken bevatten hierover niet de geringste aanwijzing. Dr. Everts, tot wie ik mij daarna om inlichtingen wendde, was zoo vriendelijk mij te antwoorden. Hoewel niet in 't bezit van de zeer speciale litteratuur, was Z.Ed. overtuigd, dat de thoraxzenuwknopen niet samengesmolten zijn. Dat klopt alvast prachtig met de verlamningsmethode! Voorts zou Dr. Everts het zenuwstelsel bij gelegenheid eens gaan onderzoeken. 't Kan interessant worden.

N. BOUWMAN.

(Wordt vervolgd)



## ENZYMEN EN HAAR ROL IN DE LEVENDE NATUUR.

**E**n van de meest gewichtige kenmerken van *leven*, in iederen vorm, is wel de stofwisseling. Zoodra wij van een plant of dier zien, dat het *leeft*, kan men tevens waarnemen, dat er stofwisseling plaats heeft; d. w. z. dat het organisme, om te leven, stoffen als voedsel opneemt;

die stoffen „afbreekt“ en daar nieuwe verbindingen uit bouwt, die deels bij de levende materie worden toegevoegd, deels als afscheidingsproducten het lichaam verlaten. De organische scheikunde leert ons de meeste organische stoffen ontleden en weer opbouwen. Maar in de georganiseerde wereld kan het afbreken en opbouwen dezer stoffen natuurlijk niet op dezelfde wijze geschieden, als in het laboratorium. Om bij den mensch te blijven, hebben wij in ons darmkanaal geen kolfjes en balans, met een Bunsenschens brander en andere in het laboratorium onontbeerlijke hulpmiddelen.

Soortgelijke chemische processen moeten dus in de levende natuur op een andere wijze tot stand komen. Het onderzoek heeft ons nu een groot aantal stoffen doen kennen, die door het organisme worden afgescheiden en als het ware de utensiliën en reagentia zijn, waarmede deze opbouw en afbreking wordt uitgevoerd. Deze stoffen zijn de *enzymen* (vroeger ook wel fermenten genoemd).

De best bestudeerde groep is die van de enzymen, welke uit onoplosbare koolhydraten oplosbare vormen; tot deze groep behooren tevens de enzymen, die samengestelde suikers in enkelvoudige suikers doen uiteenvallen <sup>1)</sup>.

Algemeen bekend is het, dat zetmeel bij de voeding onmisbaar is; het hoofbestanddeel, tevens een voornaam voedend bestanddeel van ons brood, is immers juist het zetmeel. Wanneer nu een stof tot voedsel dient, moet deze door het bloed opgenomen kunnen worden; zetmeel zelf echter is onoplosbaar. Wil dus het organisme het zetmeel als voedsel kunnen gebruiken, dan moet deze onoplosbare stof eerst omgezet worden in oplosbare. Dit wordt nu gedaan door een enzyme, dat men *diastase*

<sup>1)</sup> Vroeger gaf men aan stoffen, bestaande uit koolstof, waterstof en zuurstof, waarin de zuurstof en waterstof in dezelfde verhouding als in water voorkomen den naam koolhydraten. Met deze benaming wilde men tevens aangeven, dat men zich deze stoffen als hydraten van koolstof dacht. Tegenwoordig deelt men deze opvatting niet meer, maar men heeft toch den naam van koolhydraten behouden en vat daarmede samen, alle suikers en die stoffen die bij hydrolyse in suikers uiteenvallen. Tot deze groep van lichamen behooren dus: 1<sup>o</sup> enkelvoudige suikers, b. v. glucose,  $C_6H_{12}O_6$ , fructose,  $C_6H_{12}O_6$ , e. a.; 2<sup>o</sup> dubbele suikers, b. v. onze gewone biet- of rietsuiker, ook wel saccharose genoemd,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ; onder wateropname kan de rietsuiker gesplitst worden in glucose en fructose, volgens de volgende formule;  $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6$ ; de rietsuiker + water glucose + fructose; de maltose of moutsuiker, die uit twee moleculen glucose is opgebouwd e. a.; 3<sup>o</sup> drievoudige suikers,  $C_{18}H_{34}O_{16}$ ; enz., tot we tenslotte komen tot de dextrinen, zetmeel of amyllum, de cellulose e. a. stoffen, die alle zeer groote, samengestelde moleculen hebben en onder wateropname in enkelvoudige suikers gesplitst kunnen worden, hun formule kan worden voorgesteld door  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , waarin n dan groote getallen voorstelt.

genoemd heeft, en dat het zeer verbreid in het dierenrijk, en ook in planten voorkomt.

Deze diastase n. l. tast het zetmeel aan en splitst dit samengestelde lichaam onder wateropname tot eenvoudiger lichamen, d. w. z. lichamen met kleinere moleculen.

Eerst worden de nog zéér gecompliceerde *dextrinen* gevormd en ook deze worden weer verder gesplitst, totdat ten slotte de suiker maltose overblijft. Dit is een dubbele suiker, waarvan elk molecuul onder wateropname nog in 2 moleculen enkelvoudige suiker (glucose) kan uiteenvallen. De diastase breekt het zetmeel evenwel niet verder af dan tot maltose. Men vindt echter in het bloed, en ook in sappen van planten (deze kunnen we toch beschouwen als de vervoermiddelen, die in het organisme de voedingsstoffen naar die plaatsen brengen, waar ze noodig zijn) wél glucose, maar géén maltose. Klaarblijkelijk wordt de maltose, dus eerst nog eens gesplitst in glucose. Dit gebeurt door een ander enzyme, de *glucose*. Met behulp van deze twee enzymen, de diastase en de glucose, wordt dus het zetmeel langs den weg van dextrinen en maltose gesplitst in glucose, die nu naar alle deelen van het organisme gevoerd en ter plaatse verbruikt kan worden.

Willen wij dus uit het dierlijk organisme deze enzymen bereiden, dan zullen we ze moeten zoeken op den weg der spijsvertering van het zetmeel. Een bekend feit is het, dat lang kauwen op graankorrels of op meel een uiterst zwak zoete smaak veroorzaakt. Dit komt, doordat het speeksel diastase bevat en er dus een begin van versuikering optreedt. Door het speeksel wordt de splitsing van het zetmeel dus reeds ingeleid, welke waarschijnlijk in de maag wordt voortgezet; wanneer het voedsel uit de maag in het darmkanaal komt, heeft echter eerst de groote splitsing plaats; het vindt daar de afscheidingsproducten van de pancreasklier, het pancreas- of al-vleesch sap, dat o. m. zeer veel diastase bevat. Het andere enzyme, de reeds genoemde glucose, heeft men in den dunnen darm gevonden.

Willen we de diastase uit het plantenrijk hebben, dan vragen we ons maar weer af, waar vinden we hier zooveel zetmeel? Het antwoordt luidt dan: in tarwe en gerst, in wortels en wortelstokken, zooals aardappelen, knollen, kortom in die deelen van de plant, waaruit zich later een nieuw individu moet ontwikkelen. Het ligt daar opgehoopt als reserve-materiaal en dient straks het jonge plantje in 't begin van zijn leven tot voedsel. De jonge kiem moet dus diastase afscheiden, om dit onoplosbare zetmeel te splitsen en er de voor zijne voeding bruikbare oplosbare stoffen van te maken. De diastase uit den handel is meestal gemaakt uit kiemende gerst (mout).

Evenals zetmeel is ook de gewone suiker, de riet- of bietsuiker, of saccharose een uitstekend voedingsmiddel. Claude Bernard, een beroemd Fransch physiooog, toonde aan, dat deze dubbele suiker, (bestaande uit 1 mol. glucose en 1 mol. fructose) evenmin als maltose ongesplitst door het lichaam kan opgenomen worden. Spoot hij de enkelvoudige suikers in het bloed van een dier in dan werden deze geabsorbeerd; deed hij hetzelfde met rietsuiker, dan werd deze onveranderd door de nieren in de urine afgescheiden.

Het gelukte hem tevens in de dunne darm een enzyme te vinden, dat de eigenschap heeft om rietsuiker aldus te „halveeren". Hij noemde dit enzyme de *invertase*. Deze vondst deed hem vermoeden, dat ook in het plantenrijk de rietsuiker niet direct verbruikt wordt en dus daar als reserve materiaal dient, dat eerst nog moet gesplitst worden.

De suikerbiet is een tweejarige plant, het eerste jaar draagt hij bladeren, tegen den winter wordt de wortel zeer dik en bevat dan zeer veel saccharose; het tweede jaar schiet een nieuwe stengel op en de plant draagt dan bloem en vrucht. Dit geschiedt ten koste van de opgezamelde suiker. Claude Bernard kon nu in den bietstengel wel de splitsings producten, glucose en fructose, maar géén saccharose aantoonen en bovendien vond hij in den beetwortel een enzyme, dat geheel overeen kwam met de *invertase* uit de dunne darm.

Terwijl dus de diastase het zetmeel-molecule afbreekt tot maltose, maar de maltose zelve niet kan splitsen, kan de glucose wel de maltose, maar niet de dubbele suiker saccharose in zijn samenstellende, enkelvoudige suikers ontleden en scheidt het organisme hiervoor weer een ander enzyme, de *invertase*, af.

Het is dus een opmerkelijk feit, dat ieder enzyme in het organisme een bepaalde, specifieke werking heeft.

Een andere zeer belangrijke groep van enzymen is die der *eiwitplitsende* enzymen. Evenals het zetmeel-molecule onder water opname in stoffen met minder samengestelde moleculen kan uiteenvallen, kunnen de zeer samengestelde eiwitmoleculen op soortgelijke wijze gesplitst worden. In het lichaam geschiedt dit ook door enzymen. Zoo komt in het maagsap een enzyme voor, de, als geneesmiddel, welbekende *pepsine*, dat het onoplosbare eiwit afbreekt tot eenvoudiger oplosbare eiwitten, de peptonen. Verder dan deze verandering gaat de inwerking van pepsine niet, terwijl eerst de *trypsin*, een enzyme, dat evenals diastase in het al-vleeschsap gevonden wordt, de verdere afbreking der peptonen bewerkt. Ook in het plantenrijk zijn eiwitplitsende enzymen aangetroffen, zoo scheidt de insectenetende planten, zooals de zonnedauw (Drosera) en het bekende vliegenvangertje (Dionaea), een enzyme af, dat in

zijn uitwerking te vergelijken is met het trypsine.

Naast de koolhydraten (zetmeel en suikers) en eiwitten, spelen ook de vetten bij de voeding een groote rol. Vetten of vette oliën noemt men stoffen die een chemische verbinding van glycerine en vetzuren zijn. Er is nu ook een vetsplitsend enzyme, *lipase* genaamd, gevonden, dat vetten splitst in glycerine en vetzuur. Dit enzyme komt in het dierenrijk in het pancreassap voor, in het plantenrijk treft men het vooral in olie- en vetrijke zaden aan. Immers wil de kiemende plant de vetten als voedsel kunnen bezigen, dan moeten deze eerst gesplitst worden.

Een andere groep van in het plantenrijk zeer veel voorkomende enzymen zijn de *glucosiede splitsende enzymen*.

In vele planten vindt men n.l. stoffen, glucosieden genaamd, die verbindingen zijn van allerlei chemische stoffen met suikers en vooral, zooals de groepnaam dat ook aanduidt, met glucose. Deze glucosieden kunnen op soortgelijke wijze als zetmeel, eiwit en vetten, onder wateropname uiteenvallen in hunne samenstellende deelen. Naast glucosieden komen in de planten, welke deze bevatten, ook enzymen voor, die de splitsing kunnen uitvoeren. Zoo bevat de bittere amandel het glucosiede amygdaline, dat een verbinding is van 2 mol. glucose, 1 mol. benzaldehyde en 1 mol. blauwzuur (cyaanwaterstof). Bovendien zit er nog in de bittere amandel het enzyme *emulsine*, dat het amygdaline onder wateropname splitst in genoemde stoffen. Eigenaardig is het, dat de zoete amandelen wél het emulsine, maar niet het amygdaline bevatten. Het is duidelijk, dat de glucosieden en de enzymen in de plant gescheiden van elkaar voorkomen, anders zou er een voortdurende ontleding van het glucosiede optreden. Wat de physiologische beteekenis van het voorkomen van glucosieden en hunne splitsende enzymen in planten is? Aan den eenen kant is er wel reden om aan te nemen, dat de glucose in de glucosieden als reservevoedsel is vastgelegd, dat door het enzyme, wanneer de plant er behoefte aan heeft, ten alle tijden kan vrij gemaakt worden; aan den anderen kant is het opmerkelijk, dat de glucosieden meestal uit sterk riekende of vergiftige stoffen zijn samengesteld en daardoor bij een kwetsen der planten door een insect of eenig ander dier, als verdedigingsmiddel kunnen dienst doen, daar enzyme en glucosiede dan bij elkaar komen en dus de ontleding optreedt.

DR. N. H. COHEN.

Assistent Scheikundige van het  
Koloniaal Museum te Haarlem.

(Wordt vervolgd).



## DE GROOTE SCHUBZWAM

*Polyporus squamosus* Fr.

Schoon om verschillende redenen de studie der fungi tallooze moeilijkheden biedt, is er toch in de laatste jaren onder tal van leeken een prijzenswaardige begeerte ontstaan, iets meer van deze interessante plantengroep te weten te komen. In afwachting van een goed, duidelijk geïllustreerd determineerboek, kan er niet beter gedaan worden, dan zooveel mogelijk het signalement te verspreiden van die zwammen, welke geen dubbelgangers bezitten en die door iederen natuur liefhebber zonder moeite waargenomen kunnen worden. Weliswaar is dit tot op zekere hoogte half werk, doch dit neemt niet weg, dat het menigeen genoeg zal doen, althans eenige paddestoelen met zekerheid te kunnen herkennen, al weet hij dan ook, dat er nog honderden bestaan, die hem onbekend zullen blijven.

Een der mooiste en meest voorkomende zwammen zonder dubbelganger is de schubbiige *polyporus* (*Polyporus squamosus* Fr.). De groeiplaats van dezen krachtigen cryptogam is de boven- en zijkant van vermolmde stammen en boomstompen. Hieraan is hij van Mei tot October te vinden, ook reeds in een tijd, zooals men ziet, dat het aantal zwammen nog niet zoo overweldigend groot is, en men de kans om hem met een anderen te verwisselen dus bijna als uitgesloten kan beschouwen. Hij trekt direct de aandacht door zijn flinke grootte; meestal heeft hij een diameter van 1½ dM., doch soms komen exemplaren voor van 3 ja 4 dM. middellijn, die door een krachtigen, excentrisch geplaatsten steel gedragen worden. Een werkelijk imposante plant dus, die wel waard is, wat nader bekeken te worden.

Wie deze paddestoel aan de onderzijde bekijkt, bemerkt dadelijk, dat de sporenvormende laag, het zoogenaamde *kiemetis* of *hymenium* hier geplooid is langs den binnenkant van tal van buisjes. Wij hebben dus te doen met een zoogenaamde *buiszwam* of *polyporacee*, en dit maakte de determinatie heel gemakkelijk. De buisjes toch liggen tegen elkaar aan bevestigd; dit kenmerk bezitten slechts de geslachten: *Boletus*, *Trametes* en *Polyporus*. *Trametes* nu heeft geen steel en *Boletus* is onze zwam onmiddellijk te onderscheiden, 1e door den zijdelings geplaatsten steel en 2e doordat de buisjeslaag vrij vast met het hoedweefsel vergrooid is. Zoodoende schiet slechts over het geslacht *Polyporus*. Nu is dit wel een reuzengeslacht, doch *polyporussen* met een hoed en belect met schubben zooals de onze, zijn er slechts twee. Hiervan is de ene witachtig van kleur, en slechts eenigszins geschubd en groeit daarenboven