



F. Raadsheer:

Wat gebeurt er binnen in de cel? (I)

Eén van de problemen, die ons tijdens de plantkundelessen op de middelbare school werden voorgelegd, was: hoe haalt een plant adem?

Natuurlijk wisten we dat geen van allen, want alle leerlingen dachten bij ademen aan borst opzetten, buik intrekken enz.; enfin, aan de ademhalingsoefeningen tijdens de gymnastieklessen. Maar een plant doet zo iets niet. Onze leraar ging dan natuurlijk aan het uitleggen, dat er een heleboel levende wezens zijn, die geen ademhalingsbewegingen maken, maar toch wel adem halen. Kijk, zei hij dan, het eigenlijke, het specifieke, het fundamentele van de ademhaling is niet het bewegen, maar het opnemen van zuurstof en de zuurstof uit de lucht kan zomaar in de plant binnendringen. En wat doet de plant er dan mee? Met behulp van de zuurstof wordt er suiker verbrand in de cel en daardoor krijgt de plant arbeidsvermogen. Dan kwam de traditionele uitleg: Als je in een lokomotief kolen stookt wordt er water aan de kook gebracht. De stoom doet een zuiger heen en weer schieten in een cylinder en die heen en weer gaande beweging wordt omgezet in een draaiende van de wielen. Een plaat met een lokomotief er op werd voor het bord gehangen en dan aangewezen

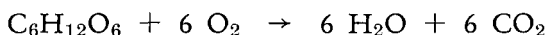
waar de cylindrs zaten en hoe de exentriek werkt om de zuigerbeweging in wieldraaien om te zetten.

Goed, dat begrepen we allemaal best, maar in een plant wordt toch geen water gekookt? Neen, maar niet alle verbrandingen verlopen bij hoge temperatuur, want we moeten goed onthouden, dat verbranden is: verbinden met zuurstof. Deze verbinding kan ook bij lage temperatuur tot stand komen, denk maar aan het roesten van ijzer. In de plant gaat het eigenlijk net zo, langzame verbranding, die bij lage temperatuur kan plaats vinden, doordat er enzymen bij te pas komen.

Enzymen zijn stoffen, die een bepaalde omzetting tot stand kunnen brengen, terwijl ze zelf tenslotte weer onveranderd te voorschijn komen. Misschien is het zo, dat bij een verbinding van twee stoffen het enzym (wat dit dan ook mag zijn) zich met één van die stoffen verbindt, daarna dit samenstel met de tweede stof en dan zelf weer uittreedt. Het resultaat bij de plant is, dat er zuurstof wordt opgenomen en er koolzuur wordt afgegeven, dus net als bij de verbranding van kolen. En bij deze reactie, die we voor de plant kunnen vaststellen door:

suiker + zuurstof levert water + koolzuur

of in chemische symbolen:



komt arbeidsvermogen vrij. Dit arbeidsvermogen kan de plant gebruiken om te groeien, te bewegen, z'n protoplasma te laten stromen enz.

Veel meer werd ons hierover niet geleerd, we bleven zitten met de puzzle, hoe de verbrandingswarmte nu in bewegingsenergie kon worden omgezet, maar eerlijk gezegd, we braken er ons hoofd niet over. In geen van de populairwetenschappelijke boeken, die wij als goede NJN'ers naarstig doorlazen, werd meer omtrent dit mysterie vermeld.

Maar langzamerhand is men meer te weten gekomen over de ademhaling. Stukje bij beetje zijn er sluiers opgelicht en men weet nu ook veel meer omtrent de aard van de enzymen, die een rol bij de ademhaling spelen, of laat ik liever niet spreken van de enzymen maar van de energie-overdragers.

Dit hele verhaal had ongeschreven en zeker ongedrukt kunnen blijven als dit allemaal alleen het domein van de wetenschap was gebleven, ik bedoel, als men dit alleen in wetenschappelijke verhandelingen zou kunnen lezen. Maar de laatste jaren worden die energieoverdragers en het hele gebeuren in de cel meer en meer ook in populair-wetenschappelijke boeken vermeld en dus wordt het tijd, dat er in Natura eens wat over geschreven wordt.

Nu moet ik beginnen met te zeggen, dat het bovenstaande over het verkrijgen van arbeidsvermogen niet echt fout is, de eindreactie van het ademhalingsproces blijft eigenlijk zoals boven vermeld, al wordt de chemische reactievergelijking soms iets anders geschreven. Dit zullen we later nog wel zien.

Groene planten maken koolhydraten, o.a. suikers en daarin is zonne-energie opgeslagen, die door de ademhaling weer moet worden vrijgemaakt om voor andere doeleinden te gebruiken.

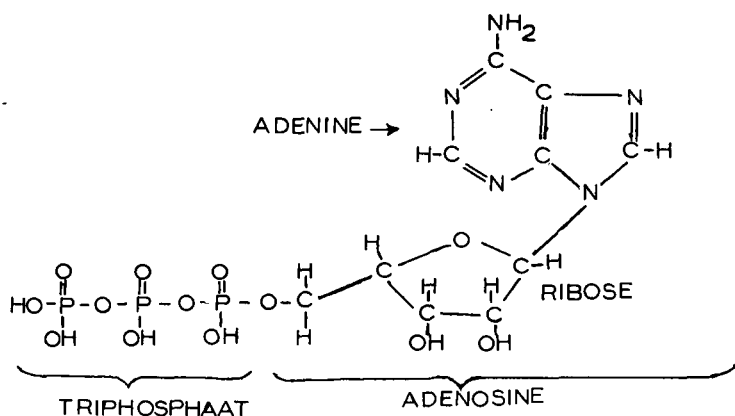
Koolhydraten bevatten koolstof-(C)atomen, waterstof-(H)atomen en zuur-

stof-(O)atomen; deze atomen zijn met elkaar verbonden. Deze banden kunnen verbroken worden en daarbij komt energie vrij, waardoor nieuwe stoffen of bewegingen kunnen worden gemaakt. Voor het verbreken van die banden zijn enzymen nodig, die zeer specifiek zijn, dus maar één bepaalde breuk in het molecuul kunnen veroorzaken. Die enzymen bevinden zich niet zomaar in het protoplasma, neen, ze zitten in heel kleine korreltjes, de zg. mitochondriën.

De energie, die vrijkomt door het breken van zo'n molecuul wordt opgenomen door een ingewikkeld gebouwde chemische stof, genaamd adenosinediphosfaat (ADP), welke stof daardoor overgaat in adenosine-triphosfaat (ATP).

Het is over deze stof, dat we eerst eens moeten praten, want ATP wordt al heel vaak in boeken genoemd, zonder dat eigenlijk verteld wordt, wat het is.

De structuurformule is:



Zoals u ziet is ATP opgebouwd uit adenosine + 3 fosphaatgroepen. Adenosine op zijn beurt bestaat uit adenine (een aminozuur) en ribose (een suiker met 5 koolstofatomen).

Nu zit het bijzondere van ATP echter niet in dit adenosine, maar in de drie fosphaatgroepen of om nauwkeuriger te zijn in de banden tussen de fosforzuurgroepen, dus de banden O — P, want die zijn energierijk. (d.w.z. er is een grote hoeveelheid energie nodig om zo'n verbinding tot stand te brengen en volgens de wet van behoud van arbeidsvermogen moet die energie dus weer vrij komen, als men de band verbreekt).

Wordt slechts één fosphaatgroep losgemaakt, dan verandert ATP dus weer in ADP en de vrijgekomen energie kan voor allerlei andere omzettingen gebruikt worden. Natuurlijk moet op de één of andere wijze die ADP later weer worden omgezet in ATP, maar dat gebeurt ook werkelijk in de levende cel en men is al een heel eind op weg om alle chemische omzettingen in de cel te ontrafelen.

In een volgend artikel hoop ik u daar meer over te vertellen.