



E l a s t o m e r e n

Peer Zwart

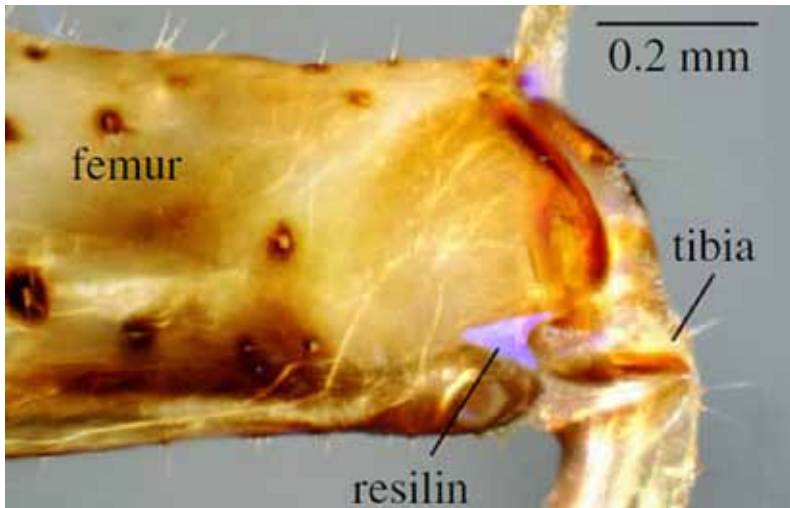
In de Biotechniek van juni 2015 heb ik geschreven over de rechte sprongen van planthoppers die vooral gestuurd worden door tandradertjes op de achterpoten. Het mechanisme van de geweldige sprongen die zij en bijvoorbeeld ook vlooien maken bleef daarbij op de achtergrond. Een vlo kan een sprong maken van 100 maal zijn lichaamslengte. Anders gezegd ongeveer 18 cm hoog en ongeveer 33 cm ver. Zij behoort daarmee tot de beste springers in het dierenrijk. Als een mens even ver zou kunnen springen dan zou een mens van 1 m 80 cm een sprong kunnen maken van 90 m ver en 49 m hoog.

Als pijl en boog

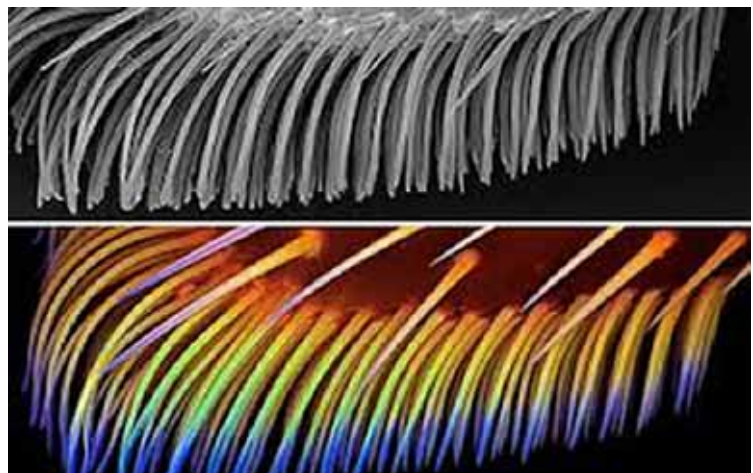
Al vele jaren is bekend dat vlooien, voor hun sprongen, hun spieren niet gebruiken. In plaats daarvan gebruiken zij een heel bijzondere substantie, namelijk het resiline. Vlooien gebruiken hun spieren om energie op te slaan in dit resiline voordat de energie plotseling vrijgemaakt wordt. Dit mechanisme wordt wel vergeleken met de pijl en boog waarbij een enorme massa energie in de snaar en de boog is opgehoopt. Als die plotseling losgelaten wordt schiet de pijl vooruit. Eigenlijk is het de energie uit de spieren van de boogschutter die zich concentreert in het wapen en plotseling vrijkomt. Precies zo is het bij sprinkhanen en waarschijnlijk ook bij onze kleine plantenspringer. Energie uit de spieren wordt overgedragen aan de elastische massa (afb. 1, zie volgende pag.).

Elastieke benen

Elastische materialen komen ook intracellulair voor. Bij de mens kent men connectine. Dit zit in de dwarsgestreepte spiervezelen van het skelet en het hart. Het is grotendeels verantwoordelijk voor de elastische eigenschappen van een spier. Bij insecten komt elastine vooral voor op plaatsen die aan sterke mechanische invloeden worden blootgesteld, bijvoorbeeld in de punten van de haartjes die gebruikt worden om over plafonds en muren te lopen (afb. 2, zie volgende pag.). Langzamerhand wordt duidelijk wat het voor stoffen zijn die zo buitengewoon elastisch zijn en die bovendien weer terug kunnen keren tot de uitgangssituatie en dat bijna tot in het oneindige kunnen herhalen. Een overkoepelende naam is elastomeren. Het construeren van elastomeren is een uitdaging voor de biotechniek. De bouwstenen van eiwitten zijn aminozuren. »



Afbeelding 1.
Poot van een kakkerlak. Locatie van resiline (blauw)



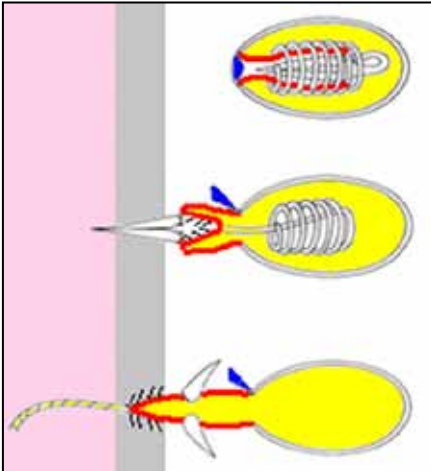
Afbeelding 2.
De punten van de haartjes bevatten resiline (blauw)

Bij ons komen twintig aminozuren voor, waaruit alle eiwitten (proteïnen) in het menselijk lichaam worden opgebouwd. Kleine aantallen van verschillende aminozuren kunnen met elkaar worden verbonden tot zogenaamde peptiden. De peptiden op hun beurt kunnen weer worden verbonden tot polypeptiden. Elastomeren zijn elastische polypeptiden. Elastomeren zijn dus nog geen eiwitten, maar wel opgebouwd uit dezelfde bouwstenen. In de natuur komen verschillende elastomeren voor. Men kent het elastine uit de wand van alveolen (longblaasjes) van gewervelde dieren. Bij vlooien komt het resiline voor, dat hun fantastische sprongen mogelijk maakt. De elasticiteit van spinnenwebben berust op spidroin (afgeleid van het Engelse woord 'Spider'= spin). Recent is de ontdekking van cnidoin (afgeleid van Cnidaria (Neteldieren), een stam in het dierenrijk waartoe o.a. de kwallen behoren) gedaan waardoor een hydra zijn giftige harpoentjes kan afschieten (afb. 3).

Een sterk staaltje biotechniek!

De biotechniek, of eigenlijk de productie van biomaterialen zoals elastomeren staat bijzonder in de belangstelling vanwege de verwachte toepassingen voor de mens (1).

Het zijn vooral biomaterialen op basis van eiwitten die eventueel in prothesen of als basis bij weefselregeneratie zouden kunnen worden gebruikt. Daarvoor moeten ze vanzelfsprekend door de weefsels geaccepteerd worden: ze moeten biocompatibel zijn. Bijzonder is ook dat elasto-



Afbeelding 3. Een netelcel van een hydra - de zogenoemde nematocyst schiet zijn pijltje af. Cnidoine in rood aangegeven.

meren weer terug kunnen keren tot hun oorspronkelijke toestand. Deze rek en terugkeer kunnen een bijna oneindig aantal keren met duizelingwekkende frequentie worden herhaald. De vleugels van een libelle, ook aangedreven door elastomeren, klapperen soms wel meer dan 1000 maal per seconde. Een veelbelovende toepassing van dit soort elastisch materiaal lijkt het spidroin te kunnen zijn. De draden van een spinnenweb zijn biocompatibel. Bij gebruik als hechtmateriaal genezen huidwonden van muizen in een experimentele setting beter dan met welk ander materiaal ook. Spinnendraad is ongelooflijk sterk - sterker dan staal van dezelfde dikte. Bovendien zijn ze heel erg elastisch. Door deze twee eigenschappen kan zo'n draad veel energie absorberen. Er is berekend dat een potlood-dikke draad van dit materiaal, een Boeing-747, die op volle snelheid vliegt, kan doen stoppen (2, afb. 4).



Afbeelding 4. Voorstelling van een Boeing die door een dunne draad van spinnenzijde wordt tegen gehouden

Het is dus de moeite waard zulk materiaal te gaan maken. Dat is echter buitengewoon moeilijk, vooral door het grote aantal variabelen in de samenstelling van draden. Een biotechnisch stapje in die richting is het maken van lange draden die de eigenschap hebben van spin(nen)draad. Normaal kan, door het uitstekende puntje uit de spintepel van een spin vast te pakken, een draad van ongeveer één meter verkregen worden. Dat is te kort om tot een commerciële productie te komen. Bovendien zijn spinnen onderling erg onverdraagzaam. Ze zijn daardoor niet in kolonies te houden. Men heeft nu het gen dat de productie bij de spin regelt

ingebracht in zijderupsen en zie daar: de zijderups spint zijn cocon met een draad die bijna dezelfde eigenschappen heeft als een spinnendraad; maar wel één kilometer lang! Elastomeren kunnen ook (bio)chemisch worden gemaakt. Door kleine wijzigingen in de chemische structuur kunnen gewenste eigenschappen verkregen worden. In de techniek worden er reeds vele toepassingen gebruikt. Een sterk staaltje biotechniek!

Literatuur

- 1 Bracalello A, Santopietro V, Vassalli M, *et al.* (2011). *Design and Production of a Chimeric Resilin-, Elastin-, and Collagen-Like Engineered Polypeptide*. *Biomacromolecules* 12: 2957–2965
- 2 Guinea GV, Elices M, Pérez-Rigueiro J, *et al.* (2005). *Stretching of supercontracted fibers: a link between spinning and the variability of spider silk*. *Journal of Experimental Biology* 208: 25–30.

RUBRIEK BIOTECHNIEK

Onder biotechniek zou je ook kunnen verstaan: overlevings-technieken van dieren, dat wil zeggen gedragingen en organen van dieren waarvan duidelijk is hoe ze aan het overleven bijdragen.

Als u een mooi voorbeeld van zo'n 'biotechniek' heeft, stuur het dan naar de redactie van Biotechniek.

biotechniek = [ook] de kunst van natuurlijke aanpassingen om te overleven...

«