

Chillen bij – 60 °C

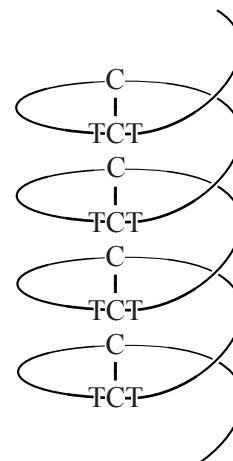
Sommige kevers, zoals de *Upis ceramboides*, kunnen in poolgebieden een temperatuur van –60°C overleven. Dat hebben ze onder andere te danken aan twee mechanismen die bevriezing van het water in hun lichaam voorkomen.

Mechanisme 1: ijs-bindende eiwitten

Sommige poolkevers maken speciale eiwitten (AFP's) aan. De AFP-moleculen binden met waterstofbruggen aan kleine ijskristallen en voorkomen zo het uitgroeien tot grotere ijskristallen die cellen en/of organen zouden beschadigen. Een goed gekarakteriseerde AFP van een kever is TmAFP (zie figuur 1). AFP's van andere kevers lijken hierop: karakteristiek zijn de windingen van telkens 12 aminozuren. De aminozuurvolgorde van iedere winding kan worden weergegeven met de codering TCTxSxxCxxAx. In deze codering wordt elk aminozuur weergegeven met één letter (zie Binas-tabel 67H) en is een x gebruikt voor een willekeurig aminozuur.

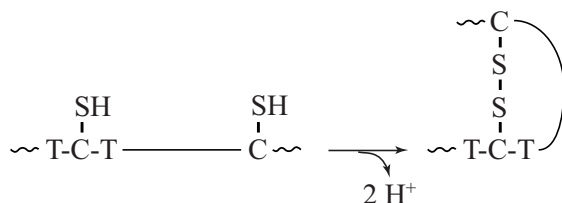
figuur 1

schematische weergave van een gedeelte van TmAFP



- 4p 1 Geef het gedeelte ~TCT~ in een structuurformule weer en geef weer hoe een molecuul water aan dit gedeelte gebonden zit.

In de zich vormende AFP worden tussen de SH groepen van opeenvolgende cysteïne-eenheden covalente bindingen gevormd, de zogeheten zwavelbruggen. Deze reactie is een redoxreactie, die hieronder onvolledig is weergegeven.

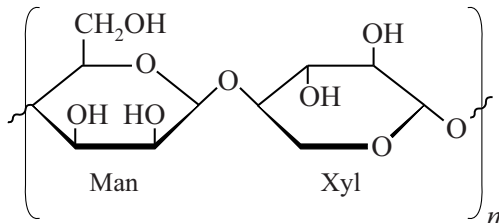


- 2p 2 Leg uit of voor de vorming van de zwavelbruggen de SH groepen met een oxidator of met een reductor moeten reageren.

Mechanisme 2: ijs-bindende suikers

Behalve de ijs-bindende eiwitten hebben de kevers een tweede beschermingsmechanisme. Op de celmembranen van bepaalde cellen van de kevers bevinden zich moleculen van een polysaccharide, waarin de monosachariden mannose (afgekort Man) en xylose (afgekort Xyl) elkaar afwisselen (zie figuur 2). Deze moleculen verhinderen de vorming van ijskristallen tussen de cellen.

figuur 2



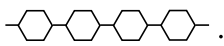

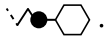
Bij het onderzoek werd de polysaccharide onder invloed van een enzym bij pH = 7,5 volledig gehydrolyseerd. De ontstane oplossing bleek het beschermende effect tegen bevriezing niet te bezitten.

Op de uitwerkbijlage is de structuurformule van zo'n polysaccharide weergegeven.

- 3p 3 Geef op de uitwerkbijlage de reactievergelijking in structuurformules van de volledige hydrolyse van deze polysaccharide.

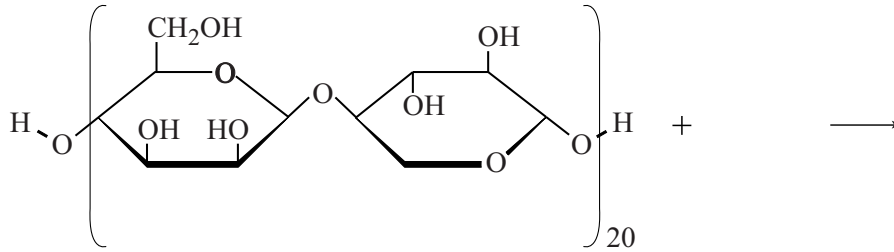
In de oplossing die ontstond na de hydrolyse waren ook vrije vetzuren aanwezig. Een onderzoeker vermoedde dat moleculen van de polysaccharide veresterd zijn met één of meerdere moleculen van de vetzuren. Hij stelde de volgende hypothese op: "Moleculen van de antivriesstof bevinden zich in de vloeistof buiten de cel. Deze moleculen zijn verankerd in het celmembraan door de staarten van één of meerdere vetzuren."

Op de uitwerkbijlage staat een celmembraan schematisch weergegeven.

- 2p 4 Geef schematisch op de uitwerkbijlage weer hoe een molecuul van de antivriesstof volgens deze onderzoeker in het celmembraan verankerd is. Geef het polysaccharide-gedeelte weer als . Geef het vetzuur-gedeelte weer als . Geef de verestering weer als .

uitwerkbijlage

3



4

