

Rubisco

Ons voedsel bestaat voornamelijk uit vetten, koolhydraten en eiwitten. Deze eiwitten kunnen van dierlijke of plantaardige oorsprong zijn. Een voorbeeld van een plantaardig eiwit is rubisco, dat aanwezig is in bladeren van planten, zoals suikerbiet en spinazie. In ons lichaam wordt rubisco afgebroken. De hydrolyseproducten worden vervolgens omgezet tot nieuwe eiwitten.

- 1p 26 Geef aan welke functie eiwitten in het lichaam hebben.

In de eiwitketens van rubiscomoleculen komt het volgende fragment voor:

~Val-Gly-Leu~

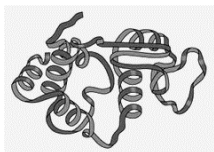
- 3p 27 Geef de structuurformule van dit fragment. Maak gebruik van Binas-tabel 67H1 of ScienceData-tabel 13.7c.

Onderzoekers van TNO hebben een proces ontwikkeld om rubisco uit planten te isoleren. Dit proces is hieronder vereenvoudigd beschreven.

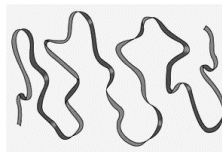
- stap a) Bladeren worden geperst en het sap wordt verzameld.
- stap b) Aan het plantensap wordt natriumthiosulfaat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) toegevoegd.
- stap c) Vervolgens worden door bezinken en centrifugeren vaste deeltjes uit het mengsel verwijderd.
- stap d) Door middel van (membraan)filtratie wordt de rubisco daarna gescheiden van de overige opgeloste stoffen.
- stap e) Het residu, dat een hoog gehalte rubisco bevat met een beetje water, wordt gedroogd. Hierdoor ontstaat een eiwitpoeder.

Het natriumthiosulfaat (stap b) wordt toegevoegd om de ruimtelijke structuur van de rubiscomoleculen te behouden. Eiwitketens zijn opgevouwen tot een driedimensionale structuur door middel van onder meer waterstofbruggen, vanderwaalsbindingen en crosslinks. Als eiwitmoleculen in contact komen met zuurstofmoleculen kan deze driedimensionale structuur worden verbroken en ontstaan uitgevouwen eiwitmoleculen. In figuur 1 worden schematisch een opgevouwen en een uitgevouwen eiwitmolecuul weergegeven.

figuur 1



opgevouwen eiwitmolecuul



uitgevouwen eiwitmolecuul

Wanneer rubiscomoleculen zijn uitgevouwen, kunnen de moleculen van sommige opgeloste stoffen uit het plantensap aan de rubiscomoleculen binden. Deze moleculen zijn grotendeels apolair. Het eiwit krijgt door deze moleculen een onaangename smaak en geur. Om dit te voorkomen wordt bij stap b) natriumthiosulfaat toegevoegd dat met zuurstof reageert.

- 1p **28** Geef een verklaring voor het gegeven dat de moleculen van de stoffen die een onaangename smaak en geur veroorzaken, gemakkelijker binden wanneer de rubiscomoleculen zijn uitgevouwen.

Bij stap d) wordt opgeloste rubisco gescheiden van de andere opgeloste stoffen. De vloeistof wordt daarbij door een membraan geperst dat niet alle opgeloste stoffen doorlaat. Deze scheidingsmethode is een filtratie.

- 2p **29** Geef een mogelijke oorzaak op microniveau voor het gegeven dat rubisco in het residu voorkomt, terwijl andere opgeloste stoffen in het filtraat terechtkomen. Licht je antwoord toe.

Rubisco is een waardevol eiwit, omdat het alle essentiële aminozuren bevat. Het kan worden gebruikt in vleesvervangers, net als eiwitten uit melk, ei en soja. In Nederland kan theoretisch ongeveer $7,5 \cdot 10^7$ kg eiwit per jaar uit suikerbietenblad worden geïsoleerd. Dit blad blijft normaal gesproken, na het oogsten van de suikerbieten, achter op het land. Rubisco kan ook uit spinazie of andere planten worden gewonnen. Bietenblad heeft echter de voorkeur.

- 1p **30** Geef een voordeel van het gebruik van bietenblad in vergelijking met het gebruik van spinazie als bron voor rubisco.