

Collageen

Het eiwit collageen komt bij zoogdieren onder andere voor in de huid, botten, pezen, bloedvaten en tanden. Een collageenvezel is opmerkelijk sterk: er is tenminste 10 kg nodig om een vezel met een diameter van 1 mm te laten breken. Een collageenvezel is opgebouwd uit een reeks regelmatig gerangschikte eiwitmoleculen. Een eiwitmolecuul is weer opgebouwd uit drie in elkaar gedraaide polypeptideketens.

De aminozuurvolgorde van een stukje van één van de polypeptideketens van collageen, vlak na de vorming in een cel, is hieronder weergegeven. De nummers van de aminozuren in de keten zijn eronder vermeld. Aminozuur 1 (niet afgebeeld) bevat het NH₂ uiteinde van de polypeptideketen.



- 3p 1 Geef de structuurformule van het stukje uit de polypeptideketen dat bestaat uit de aminozuren met de nummers 51 - 52 - 53.

De sterkte van de collageenvezel is te danken aan verschillende aanpassingen aan de polypeptideketen nadat deze is gevormd. Eén van de aanpassingen die leidt tot versteviging van de collageenvezel is de hydroxylering van het aminozuur proline. Bij dit proces, dat wordt gekatalyseerd door het enzym prolylhydroxylase, worden sommige proline-eenheden voorzien van OH groepen. De aanwezigheid van OH groepen zorgt voor de mogelijkheid tot waterstofbrugvorming tussen verschillende aminozuren in de polypeptideketens, waardoor de vezel aan stevigheid wint. Alleen de proline-eenheden waarvan de carbonzuurgroep aan een glycine-eenheid is gebonden, worden gehydroxyleerd.

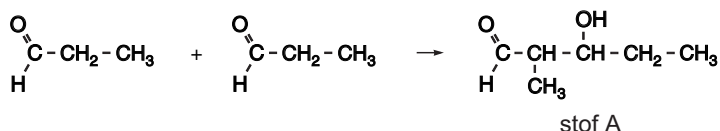
- 2p 2 Formuleer een hypothese waarom alleen de proline-eenheden waarvan de carbonzuurgroep aan een glycine-eenheid is gebonden, worden gehydroxyleerd.

De collageenvezel wordt ook op een andere manier verstevigd, namelijk doordat de zijketens van lysine-eenheden met elkaar reageren onder vorming van dwarsverbindingen. Deze vorming van dwarsverbindingen verloopt via de vorming van een zogenoemd aldol.

Een aldol ontstaat wanneer twee moleculen van een aldehyd onder bepaalde omstandigheden met elkaar reageren. Een aldol wordt gevormd doordat het koolstofatoom *naast* de C=O groep van het ene molecuul bindt aan het koolstofatoom van de C=O groep van het andere molecuul. De C=O groep van dit tweede molecuul wordt uiteindelijk een C-OH groep.

Hieronder is de vorming van een aldol uit twee moleculen propanal in een reactievergelijking weergegeven.

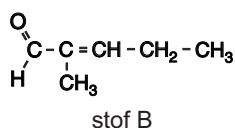
Bij deze reactie wordt een molecuul van stof A gevormd.



- 3p 3 Geef de systematische naam van stof A.

Verbindingen zoals stof A kunnen gemakkelijk water afsplitsen waarbij een C=C binding ontstaat tussen het C-atoom naast de C=O en het C atoom waaraan de OH groep was gebonden.

Uit stof A ontstaat na afsplitsing van water stof B met de volgende structuurformule:



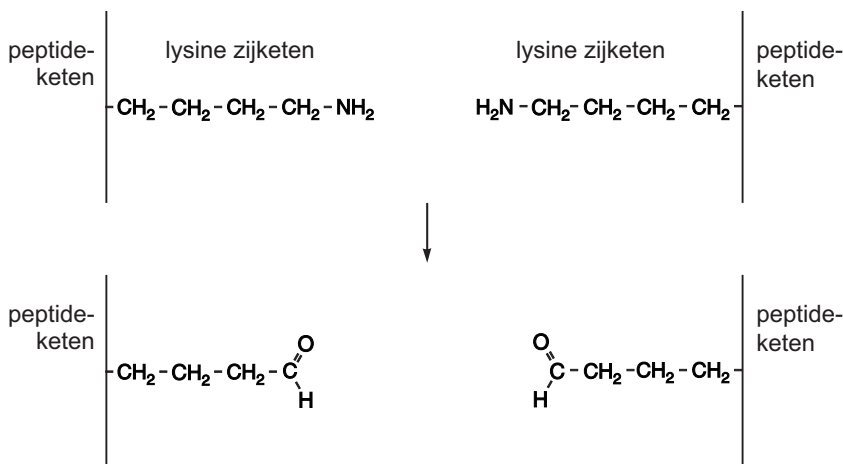
Eindexamen scheikunde 1 vwo 2006-II

Op grond van structuurkenmerken zijn koolstofverbindingen in een aantal klassen in te delen. Voorbeelden van zulke klassen zijn: koolwaterstoffen, carbonzuren, etc. Stof B is op grond van zijn structuurkenmerken onder te brengen in meerdere klassen van koolstofverbindingen. Zo behoort stof B onder andere tot de aldehyden.

- 2p 4 Noem drie andere klassen van koolstofverbindingen waartoe stof B kan worden gerekend.

De vorming van dwarsverbindingen in collageen uit de zijketens van lysine-eenheden verloopt in drie stappen.

In stap 1 ontstaan twee aldehyden uit de zijketens van twee lysine-eenheden. Hierbij worden de aminogroepen van de zijketens van die twee lysine-eenheden afgesplitst. Dit proces wordt gekatalyseerd door het enzym lisyloxidase. Deze stap van het proces is hieronder schematisch weergegeven:



In stap 2 reageren de aldehydgroepen met elkaar tot een aldol.

In stap 3 wordt tenslotte water afgesplitst.

- 2p 5 Geef de dwarsverbinding die na stap 2 wordt gevormd in structuurformule weer. Geef hierin de peptideketens weer zoals in bovenstaande figuur.
- 2p 6 Geef in structuurformule weer hoe de dwarsverbinding er uitziet nadat stap 3 heeft plaatsgevonden. Geef hierin de peptideketens weer zoals in bovenstaande figuur.

Van het enzym lisyloxidase (dat stap 1 katalyseert) blijken verschillende varianten te bestaan. Deze varianten verschillen in de aminozuursamenstelling van het enzym, zonder dat de werking van het enzym anders is. Bij sommige mensen komt op plaats 158 in de eiwitketen van lisyloxidase het aminozuur arginine (Arg) voor, terwijl bij andere mensen op deze plaats het aminozuur glutamine (Gln) te vinden is. Deze verschillen ontstaan doordat op het DNA in het gen dat codeert voor lisyloxidase op een bepaalde plaats één basenpaar anders is.

Een DNA molecuul is opgebouwd uit twee ketens (strengen): de coderende streng en de matrijsstreng. Aan de matrijsstreng wordt bij de eiwitsynthese het messenger-RNA (m-RNA) gevormd. Onder een gen wordt hier verstaan de verzameling basenparen op het DNA die de informatie voor de volgorde van de aminozuren in een eiwit bevat.

- 2p 7 Leg uit wat het nummer is van het basenpaar dat anders is in het gen voor lisyloxidase. Neem aan dat het basenpaar met nummer 1 tot het triplet behoort dat codeert voor het aminozuur met nummer 1.
- 2p 8 Geef de symbolen van de basen die anders zijn (zie vraag 7) in het gen voor lisyloxidase van de mensen die glutamine in plaats van arginine in de eiwitketen van lisyloxidase hebben. Noteer je antwoord als volgt:
base op de coderende streng: ...
base op de matrijsstreng: ...