

Wat is er mis aan spinazie met vis?

Onderstaand tekstfragment is ontleend aan de website van het Voedingscentrum.

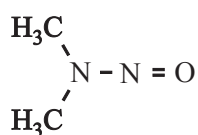
Tekstfragment

Nitraat en nitriet

Nitraat is een stof die van nature in drinkwater en groente voorkomt. Het is nauwelijks schadelijk voor mensen. Door het bewaren, bereiden of het eten van groente wordt nitraat gedeeltelijk omgezet in nitriet. Nitriet kan de beschikbaarheid van zuurstof in het bloed verminderen. Het advies is volop groente te eten, maar niet vaker dan twee keer per week nitraatrijke groenten. Ook moet nitraatrijke groente, zoals spinazie, niet samen met vis, schaal- of schelpdieren worden gegeten. Dit voorkomt de vorming van mogelijk mutagene nitrosamines in het lichaam.

- 2p 6 Wat voor soort deeltje is nodig voor de omzetting van nitraat tot nitriet? Maak een keuze uit: base, oxidator, reductor en zuur. Geef een verklaring voor je antwoord.

Nitrosamines worden gekenmerkt door de aanwezigheid van de groep $\text{N} = \text{O}$ in de moleculen. Een voorbeeld van een nitrosamine is N-nitrosodimethylamine:



N-nitrosodimethylamine

Moleculen N-nitrosodimethylamine kunnen ontstaan uit moleculen dimethylamine en zogenoemde nitrosyliionen: NO^+ . Behalve moleculen N-nitrosodimethylamine ontstaat één andere soort deeltjes. Dimethylamine is een stof die in vis en schaal- en schelpdieren voorkomt.

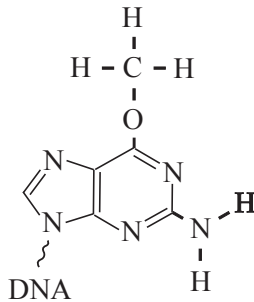
- 2p 7 Geef de vergelijking van de reactie tussen moleculen dimethylamine en nitrosyliionen. Gebruik structuurformules voor de organische stoffen.

Nitrosyliionen ontstaan wanneer nitriet in zuur milieu, bijvoorbeeld in de maag, terechtkomt. Behalve NO^+ ontstaat één andere stof.

- 3p 8 Geef de reactievergelijking voor de vorming van NO^+ uit nitriet in zuur milieu.

Door nitrosamines kunnen veranderingen (mutaties) ontstaan in het DNA van organismen. Zo kan N-nitrosodimethylamine met een guanine-eenheid in een DNA-molecuul reageren. Aan het zuurstofatoom van de guanine-eenheid wordt dan een methylgroep gebonden.

Zo'n gemethyleerde guanine-eenheid heeft de volgende structuurformule:

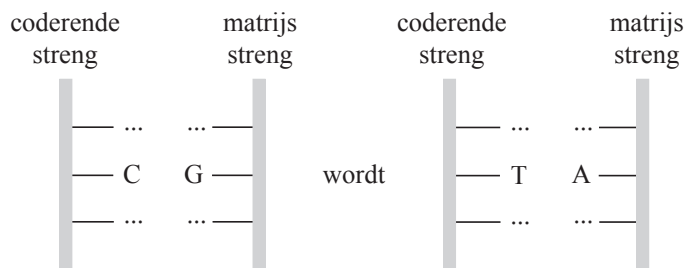


Op de uitwerkbijlage die bij deze opgave hoort, is deze formule ook afgebeeld. In DNA zijn guanine-eenheden in de ene streng via waterstofbruggen gekoppeld aan cytosine-eenheden in de andere streng. Zie Binas-tabel 70B.

In de cel wordt het DNA regelmatig vernieuwd. Daarbij gaat de dubbele helix open. Aan elk van beide strengen wordt dan een nieuwe complementaire keten gevormd. Wanneer in de matrijsstreng van het oorspronkelijke DNA een gemethyleerde guanine-eenheid voorkomt, wordt daartegenover in de nieuwe complementaire keten (de coderende streng) geen cytosine-eenheid ingebouwd, maar een thymine-eenheid. Bij de volgende vernieuwing van dit DNA wordt tegenover de thymine-eenheid een adenine-eenheid in de matrijsstreng ingebouwd.

- 3p **9** Geef op de uitwerkbijlage bij deze opgave weer hoe een thymine-eenheid is gekoppeld met een gemethyleerde guanine-eenheid. Geef hierin de waterstofbruggen weer met stippellijntjes (····).

Deze verandering (mutatie) van een C – G basenpaar naar een T – A basenpaar kan als volgt schematisch worden weergegeven:



Zo'n verandering kan ingrijpende gevolgen hebben voor de eiwitsynthese. De hierboven beschreven mutatie zou zich bijvoorbeeld kunnen bevinden op een plaats in een gen waar de genetische informatie voor het aminozuur glutamine (Gln) in een bepaald enzym had moeten zitten. Dan wordt in het desbetreffende enzym geen Gln ingebouwd, maar gebeurt er iets totaal anders. Er zal dan een eiwit ontstaan dat de beoogde enzymwerking niet bezit.

- 4p **10** Leg, uitgaande van één van de codons van Gln, uit wat in het hierboven beschreven geval dan gebeurt. Gebruik gegevens uit deze opgave en uit Binas-tabel 70.

Maar er is ook goed nieuws. Alle organismen, van bacteriën tot zoogdieren, bezitten een enzym dat ervoor zorgt dat beschadigingen aan het DNA zoals de methylering van guanine-eenheden, worden gerepareerd. Dat is het enzym AlkylGuanine-DNA alkylTransferase. De aminozuurvolgorde in dit reparatie-enzym verschilt voor verschillende soorten organismen. Maar in het reparatie-enzym van alle onderzochte organismen zit op plaats 128 een arginine-eenheid, op plaats 137 een asparagine-eenheid en komt op de plaatsen 144 tot en met 147 de reeks $\sim \text{Pro} - \text{Cys} - \text{His} - \text{Arg} \sim$ voor. Op deze combinatie van aminozuureenheden berust de werking van het reparatie-enzym.

- 3p **11** Geef het gedeelte $\sim \text{Pro} - \text{Cys} - \text{His} - \text{Arg} \sim$ in structuurformule weer.

Bij de werking van het reparatie-enzym zorgen de aminozuren Arg-128 en Asn-137 ervoor dat het enzym aan het beschadigde DNA wordt gebonden. Het Cys-145 voert daarna de reparatie van de guanine-eenheid uit. De S – H groep van de cysteïne-eenheid wordt daarbij omgezet tot een S – CH₃ groep.

- 2p **12** Geef op de uitwerkbijlage bij deze opgave deze reparatie van een gemethyleerde guanine-eenheid in een reactievergelijking met structuurformules weer. Noteer daarin het reparatie-enzym met de actieve cysteïne-eenheid als Enz – Cys – S – H.