

■ Vislucht

Trimethylamine, $(\text{CH}_3)_3\text{N}$, is bij kamertemperatuur een gasvormige stof met een onaangename geur (rotte vis). Deze stof wordt onder invloed van bacteriën in het lichaam uit voedsel gevormd. In de lever wordt trimethylamine omgezet tot trimethylamineoxide, $(\text{CH}_3)_3\text{NO}$. Deze omzetting gebeurt onder invloed van een enzym dat wordt aangeduid met FMO. Trimethylamineoxide is reukloos en wordt via de urine uitgescheiden.

Er zijn mensen die het enzym FMO niet, of in onvoldoende hoeveelheid, kunnen aanmaken. De omzetting van trimethylamine tot trimethylamineoxide gebeurt daardoor niet of in zeer geringe mate. Trimethylamine hoopt zich bij deze mensen op in het lichaam. Uitscheiding van trimethylamine gebeurt via de urine, maar voor een niet onbelangrijk deel ook via de adem en het zweet. Deze mensen verspreiden daarbij een onaangename vislucht. Ze geraken daardoor vaak in een sociaal isolement. Deze aandoening staat bekend als het visluchtsyndroom.

Voedsel bestaat hoofdzakelijk uit eiwitten, koolhydraten en vetten. Mensen die lijden aan het visluchtsyndroom krijgen vaak een eiwitarm dieet voorgeschreven.

- 2p 19 Leg uit waarom een dieet met weinig eiwit wel helpt bij het visluchtsyndroom en een dieet met weinig vet niet. Betrek in je uitleg de samenstelling van de genoemde stoffen.
- 1p 20 Geef aan waarom niet een dieet zonder eiwit wordt voorgeschreven.

Zweet bestaat uit water waarin een groot aantal verschillende stoffen is opgelost. Zweet heeft als functie de temperatuur van het lichaam te reguleren. Bij het verdampen van zweet wordt warmte aan het lichaam onttrokken. Wanneer trimethylamine in het zweet is opgelost, verdampt dat mee, waardoor de betreffende persoon naar vis ruikt.

Wassen met bepaalde soorten zeep kan de vislucht verminderen. In een Engels tijdschrift staat hierover het volgende:

tekst-
fragment 2

Uit onderzoek is gebleken dat door gebruik van zepen met een pH waarde 5,5 – 6,5 bij sommige patiënten de stank drastisch afnam. De werking van die zepen berust erop dat uitgescheiden trimethylamine (een sterke base) wordt vastgehouden in de vorm van een veel minder vluchtig zout.

vertaald naar: H. U. Rehman, Fish odour syndrome, Postgrad Med J 1999

- 2p 21 Geef een verklaring voor het ontstaan van het zout dat in tekstfragment 2 wordt bedoeld.
- 3p 22 Leg uit dat trimethylamine een vluchtiger stof is dan het zout waarvan in tekstfragment 2 sprake is. Betrek in je uitleg soorten bindingen die in de desbetreffende stoffen voorkomen.

Of iemand wel of niet aan het visluchtsyndroom lijdt, is niet altijd duidelijk. Mensen met een milde vorm van deze afwijking verspreiden slechts af en toe een vislucht. De ernst van de aandoening kan door onderzoek worden vastgesteld. De man of vrouw die wordt onderzocht, krijgt een hoeveelheid trimethylamine toegediend waarna zijn/haar urine gedurende een aantal uren wordt verzameld. Bij dit onderzoek wordt de waarde van het

quotiënt $\frac{[\text{TMAO}]}{[\text{TMAO}] + [\text{TMA}]}$ berekend. Hierin is [TMAO] de concentratie van

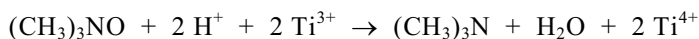
trimethylamineoxide in de verzamelde urine en [TMA] de concentratie van trimethylamine in de verzamelde urine. Bij mensen die niet aan het visluchtsyndroom lijden, is de waarde van dit quotiënt 0,9 of hoger. Bij de ernstige vorm van het visluchtsyndroom is de waarde van de breuk kleiner dan 0,4. Bij de milde vorm schommelt de waarde van het quotiënt tussen de genoemde grenzen.

Bij het onderzoek wordt een methode gebruikt waarbij alleen TMA wordt bepaald. Daarom wordt tijdens de bepaling de verzamelde urine in twee delen verdeeld. In het ene deel bepaalt men rechtstreeks de hoeveelheid TMA. Deze hoeveelheid wordt omgerekend naar de hoeveelheid TMA in de verzamelde urine.

Eindexamen scheikunde 1 vwo 2005-II

havovwo.nl

Aan het andere deel wordt een Ti^{3+} oplossing toegevoegd. Alle aanwezige trimethylamineoxide wordt hierdoor omgezet tot trimethylamine; Ti^{3+} reageert hierbij tot Ti^{4+} . De reactievergelijking is als volgt:



Men bepaalt ook de totale hoeveelheid TMA die aanwezig is in de oplossing na toevoeging van de Ti^{3+} oplossing. Aan de hand daarvan wordt berekend hoeveel TMA aanwezig zou zijn wanneer alle verzamelde urine met de Ti^{3+} oplossing zou zijn behandeld.

De resultaten van één zo'n onderzoek waren als volgt:

- de hoeveelheid TMA in de verzamelde urine was 131 μmol ;
- de hoeveelheid TMA die aanwezig zou zijn wanneer alle verzamelde urine met de Ti^{3+} oplossing zou zijn behandeld, was 420 μmol .

- 3p **23** Ga door middel van een berekening na of de onderzochte persoon lijdt aan een milde of aan een ernstige vorm van het visluchtsyndroom.

Het enzym FMO is een eiwit dat 533 aminozuren lang is. De primaire structuur is bekend. Een deel van het enzym is hieronder weergegeven:

Aminozuur nummer	152	153	154
Afkorting aminozuur	~ Tyr	— Pro	— Asn ~

- 3p **24** Geef het hierboven weergegeven fragment uit het enzym FMO in structuurformule weer.

De oorzaak dat het enzym FMO bij sommige mensen niet of onvoldoende wordt aangemaakt, is genetisch van aard. Er zijn verschillende DNA mutaties bekend die de afwijking veroorzaken. Eén van deze mutaties is een zogenoemde puntmutatie in het gen dat codeert voor de aminozuurvolgorde in het enzym FMO. Bij deze puntmutatie is op de coderende streng één base in het triplet CCC anders: op de plaats van één van de cytosinegroepen zit een andere base. Daardoor komt op plaats 153 in het enzym geen proline maar leucine.

- 3p **25** Leg mede met behulp van Binas-tabel 70 uit welke andere base op de plaats van de cytosinegroep zit.
- 2p **26** Leg mede met behulp van Binas-tabel 70E uit wat het nummer van het basenpaar van het gen is dat in het DNA is gemuteerd. Ga ervan uit dat de code voor het eerste aminozuur in FMO begint bij het eerste basenpaar van het gen in het DNA dat codeert voor FMO.