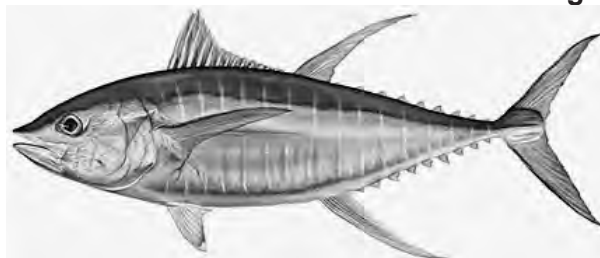


## Sushi kiezen met een barcodescanner

Sushi is een Aziatisch gerecht waarin vaak rauwe vis verwerkt is.

De in de Verenigde Staten meest gebruikte sushivariant, bereid met de Grootoogtonijn, blijkt soms de toegestane norm voor kwik te overschrijden. Ook andere voor sushi gebruikte tonijnsoorten kunnen hoge concentraties kwik bevatten.

Jacob Lowenstein van de Colombia University deed onderzoek naar kwik in sushi.



afbeelding 1

Kwikverontreiniging is afkomstig van vulkanen en verschillende antropogene bronnen. Kwik (Hg) dat in het water terecht komt, wordt door bacteriën in het sediment omgezet in methylkwik ( $\text{CH}_3\text{Hg}$ ). Deze toxische verbinding komt in aquatische voedselketens terecht en kan zich ophopen tot concentraties die het wettelijk toegestane maximum voor voedsel overschrijden.

Roofvissen, waaronder tonijn, bevatten relatief veel methylkwik.

- 2p 5 Beschrijf waardoor methylkwik vooral in roofvissen een hoge concentratie bereikt.

Het team van Lowenstein verzamelde op verschillende plaatsen in de VS sushimonsters in restaurants en supermarkten. Met behulp van de DNA-barcode (streepjescode) techniek bepaalden ze van ieder monster welke soort tonijn de sushi bevatte. Vijf soorten zijn favoriet: Grootoogtonijn (*Thunnus obesus*), de Geelvintonijn (*T. albacares*) en drie Blauwvintonijnsoorten (*T. maccoyii*, *T. orientalis* en *T. thynnus*). De onderzoekers hebben onderscheid gemaakt tussen sushi bereid met akami-tonijndelen (het donkerrode, magere vlees) en met toro-tonijndelen (het lichtgekleurde, vettere tonijnvlees).

De gevonden kwikconcentraties in de sushi zijn in tabel 1 weergegeven.

tabel 1

|                        | n  | kwikgehalte (ppm) |         |         | berekende gemiddelde Hg inname ( $\mu\text{g kg}^{-1} \text{dag}^{-1}$ )* |
|------------------------|----|-------------------|---------|---------|---|
|                        |    | gemiddeld         | minimum | maximum |   |
| Blauwvintonijn (akami) | 10 | 1,04              | 0,37    | 1,92    | 0,18  |
| Blauwvintonijn (toro)  | 19 | 0,39              | 0,17    | 1,03    | 0,12  |
| Geelvintonijn (akami)  | 26 | 0,47              | 0,10    | 1,38    | 0,16  |
| Grootoogtonijn (akami) | 36 | 0,87              | 0,34    | 1,72    | 0,34  |
| Grootoogtonijn (toro)  | 9  | 0,99              | 0,37    | 2,25    | 0,35  |

\* De gemiddelde inname per kg lichaamsgewicht per dag is berekend voor een volwassen vrouw van 60 kg die één portie sushi per dag consumeert. De wereldgezondheidsorganisatie (WHO) adviseert voor volwassenen een maximale inname van 1,6  $\mu\text{g}$  kwik per kg lichaamsgewicht per week.

Op basis van de resultaten in tabel 1 worden aan de consumenten twee aanbevelingen gedaan:

- 1 Kies eerder voor Geelvintonijn of Grootoogtonijn dan voor Blauwvintonijn
- 2 Kies voor de magere delen van een tonijn in plaats van de vette.

2p 6 Welke aanbeveling wordt of welke aanbevelingen worden ondersteund door de resultaten van het onderzoek?

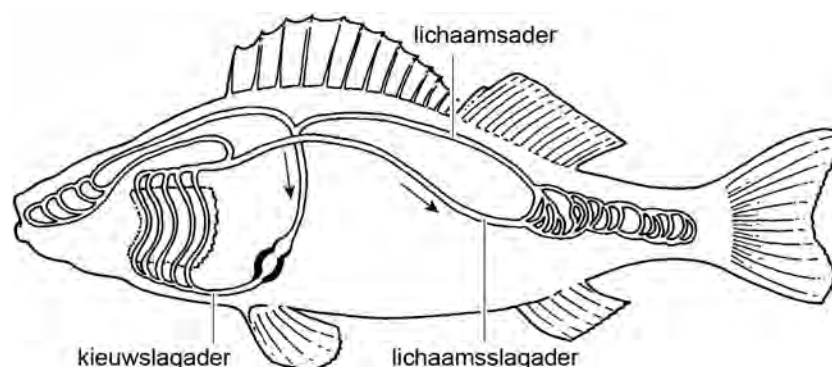
- A geen van beide
- B alleen aanbeveling 1
- C alleen aanbeveling 2
- D beide

Op basis van de gegevens in tabel 1 wordt de volgende conclusie getrokken: Door het eten van vijf porties Grootoogtonijnsushi in één week overschrijdt een vrouw van 60 kg de door de WHO gestelde maximale kwikinname.

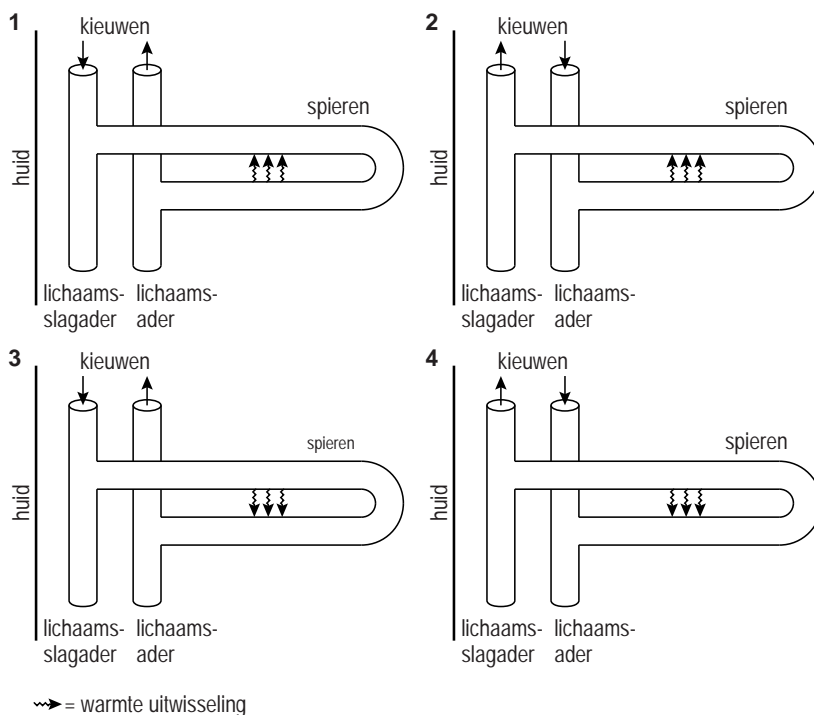
2p 7 – Schrijf de berekening op waarop deze conclusie gebaseerd is.  
– Beargumenteer dat deze conclusie voorbarig is.

Verschillen in kwikconcentratie tussen tonijnsoorten zijn deels toe te schrijven aan verschillen in leefgebied. Tonijnen zijn in tegenstelling tot de meeste vissen endotherm; zij kunnen hun lichaamstemperatuur reguleren. De grote lichaamsbloedvaten van endotherme tonijnen liggen vlak onder de huid. Een speciaal netwerk van kleine bloedvaatjes (wondernet) in het spierweefsel maakt het mogelijk om de warmte die in de spieren geproduceerd wordt, beter vast te houden en het warmteverlies via de kieuwen te beperken. In afbeelding 2 is schematisch de bloedsomloop van een vis weergegeven.

**afbeelding 2**



In een schema kan de warmte-uitwisseling in het wondernet weergegeven worden. Vier schema's zijn:



- 2p **8** In welk schema is de stroomrichting van het bloed en de warmte-uitwisseling in het wondernet juist weergegeven?
- A schema 1
  - B schema 2
  - C schema 3
  - D schema 4

De thermoregulatie bij tonijnen hangt samen met het leefgebied. En dat is weer van invloed op het kwikgehalte van de vis. Bij tonijn in koude wateren wordt gemiddeld meer kwik aangetoond dan in tonijn uit tropische zeeën.

- 2p **9** Geef een verklaring voor dit verband tussen thermoregulatie, leefgebied en kwikgehalte.

Het tonijnvlees in de sushi is in het onderzoek op soort geïdentificeerd met behulp van de DNA-barcoding techniek. Momenteel is het nog heel bewerkelijk om een DNA-barcode van een organisme te maken. In de toekomst wil men een eenvoudige handscanner ontwikkelen, waarmee het mogelijk is om aan de hand van een klein beetje weefsel te onderzoeken met welk soort organisme je te maken hebt. Voor de controleurs van de VWA (Voedsel en Waren Autoriteit) zou zo'n handscanner zeker meerwaarde hebben.

- 1p **10** Waarom is het van belang dat de VWA tonijnvlees op soort kan identificeren?