

## Sushi

In een Frans laboratorium voor bio-informatica is het DNA van de zeebacterie *Zobellia galactivorans* geanalyseerd. Daarbij is een bijzondere overeenkomst tussen het DNA van deze zeebacterie en het DNA van darmbacteriën ontdekt.

De zeebacteriën maken enzymen om voedingsstoffen uit zeewier te verteren. Deze enzymen blijken ook door bepaalde menselijke darmbacteriën te worden gemaakt. Nader onderzoek wijst uit dat de genen voor die enzymen alleen voorkomen in darmbacteriën die geïsoleerd zijn uit poep van Japanners. Ze worden nooit aangetroffen in poep van Noord-Amerikanen. Waarschijnlijk hebben Japanse darmbacteriën de genen voor deze enzymen lang geleden overgenomen van zeebacteriën in het voedsel. En voor de bacteriën die in de darmen van Japanners leven, heeft dit extra DNA een groot voordeel. Japanners eten gemiddeld 14 gram gedroogd zeewier per dag. Dit zeewier heeft voor de mens een lage voedingswaarde, want het bevat voornamelijk vezels. Deze vezels kunnen door de darmbacteriën met de zeebacterie-enzymen worden afgebroken tot voor de bacterie bruikbare stoffen. De gastheer profiteert ook van de door de bacterie verkregen eigenschap: de zeebacterie-enzymen verteren zeewier extracellulair (buiten de cel) en een deel van de verteringsproducten wordt door de darm opgenomen voordat de bacteriën deze producten zelf kunnen gebruiken.

Tegenwoordig hebben veel bacteriën in de darmen van Japanners genen van de zeebacterie.

- 2p 12 Leg uit hoe darmbacteriën met genen van de zeebacterie door natuurlijke selectie talrijk zijn geworden in de darmflora van Japanners.

De darmbacteriën scheiden enzymen uit die extracellulair grote organische moleculen afbreken tot kleinere opneembare moleculen. Ook bij de mens treedt extracellulaire vertering op.

- 2p 13 Geef hiervan een voorbeeld: noteer de naam van een enzym, de klier waar dit enzym geproduceerd wordt en beschrijf de omzetting die dit enzym bewerkstelligt.

Vertering van cellulose uit de vezels van het zeewier door de darmbacterie levert bruikbare voedingsstoffen op voor de gastheer.

- 2p 14 Welke voedingsstoffen zijn dit?
- A mineralen
  - B monosachariden
  - C nucleotiden
  - D vitaminen

Zeewier wordt door Japanners gebruikt bij het maken van sushi. Sushi bestaat uit een hapje rijst omwikkeld met gedroogd zeewier, nori genoemd. De sushi is vaak gevuld met vis, garnalen of groenten (afbeelding 1).

**afbeelding 1**



Overmatige consumptie van sushi is niet zonder gevaar. De Amerikaanse acteur Jeremy Piven moest in het ziekenhuis worden opgenomen nadat hij was flauwgevallen. Hij had last van duizelingen, evenwichtsstoornissen en geheugenproblemen. Dokters stelden de diagnose kwikvergiftiging. Piven at geen vlees, maar tweemaal daags sushi met vis. Vis en vooral tonijn kan veel kwik bevatten. Onderzoek heeft zelfs uitgewezen dat het stukje blauwvintonijn in één portie Japanse sushi meer kwik bevat dan de ADI-waarde (aanvaardbare dagelijkse inname).

Zeeën en oceanen zijn vervuild met kwik. Anaerobe bacteriën zetten dit zware metaal om in dimethylkwik, dat veel giftiger is dan anorganische kwikverbindingen. Via deze bacteriën komt het kwik in de voedselketen en via onder andere garnalen en haring in tonijn. Dimethylkwik tast de uitlopers van zenuwen aan.

- Sushi met garnalen vormt geen bedreiging voor de gezondheid.
- 2p 15 Waardoor is de concentratie kwik in sushi met tonijn wel boven de ADI-waarde en die in sushi met garnalen niet?
- A Tonijnen assimileren meer dan ze dissimileren, garnalen niet.
  - B Tonijnen eten meer dan garnalen eten.
  - C Tonijnen hebben een grotere variatie in voedsel dan garnalen.
  - D Tonijnen staan hoger in de voedselpiramide dan garnalen.

- Het centraal zenuwstelsel bestaat uit het ruggenmerg, de hersenstam, de kleine hersenen en de grote hersenen.
- 1p 16 Welk deel van het centraal zenuwstelsel is bij Piven door kwikvergiftiging beschadigd, waardoor hij geheugenproblemen had?