

## Op jacht naar spinrag

Zijde is een geliefd product, maar een draad van de zijderups is niet erg stevig. De draad van de gouden zijdespin is veel sterker, elastischer en buigzamer dan die van de zijderups. De productie van zijde met de eigenschappen van spindraad is al lange tijd een belangrijk onderzoeksdoel van de materiaalkunde.

afbeelding 1



afbeelding 2



De gouden zijdespin (*Nephila clavipes*, afbeelding 1) heeft een territorium en eet insecten. Ze zijn daardoor lastig te kweken, maar ze maken wél een superieure draad. Er zijn pogingen gedaan om spindraad kunstmatig na te maken, maar dat bleek veel lastiger dan gedacht.

Wie dat, na genetische modificatie, eigenlijk wel zou moeten kunnen, is de zijderups (de larve van de zijdevlinder, *Bombyx mori*, afbeelding 2). Die is gemakkelijk te houden en kan met honderden soortgenoten vreedzaam samenleven op een klein stukje boom. Ze eten blaadjes van de witte moerbeiboom (*Morus alba*).

Amerikaanse biogenetici hebben zijderupsen zo gemodificeerd dat ze de draad van de gouden zijdespin maken. Zo ontstond de ideale vezel: spindraad gesponnen door zijderupsen.

De zijderups en de gouden zijdespin nemen in voedselketens een andere plaats in.

2p 15 Hoe kunnen we deze plaats het best omschrijven?

zijderups

gouden zijdespin

- A consument eerste orde
- B consument eerste orde
- C producent
- D producent

- consument eerste en tweede orde
- consument tweede en hogere orde
- consument eerste en tweede orde
- consument tweede en hogere orde

Zowel zijderupsen als gouden zijdespinnen bezitten spintepels waarmee ze draden spinnen die opgebouwd zijn uit eiwitten. De kwaliteit van de door hen gesponnen draden is in de natuur heel verschillend.

Vier beweringen hierover zijn:

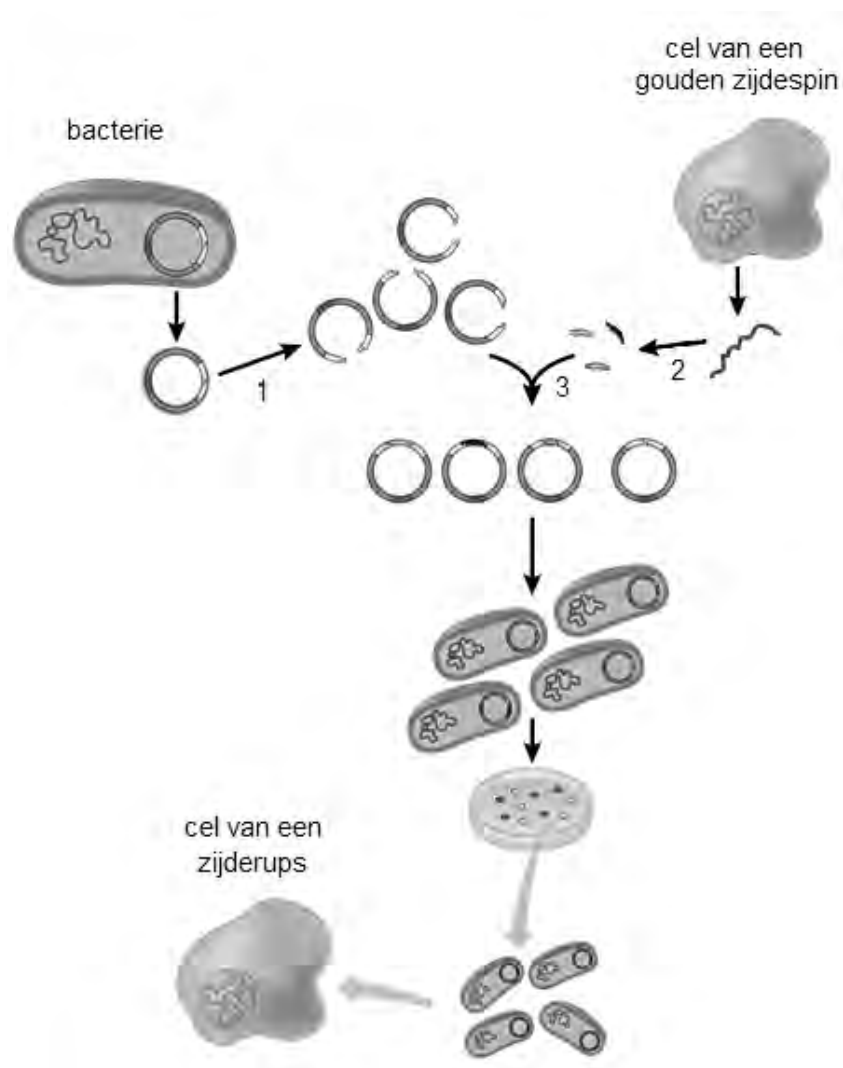
- 1 Voor spinrag zijn aminozuren uit dierlijke eiwitten nodig, voor zijde aminozuren uit plantaardige eiwitten.
- 2 Voor de synthese van spinrageiwitten zijn andere celorganellen nodig dan voor de synthese van zijde-eiwitten.
- 3 De nucleotidenvolgorde van het gen voor spinrageiwit verschilt van die van het gen voor zijde-eiwit.
- 4 De aminozuurvolgorde in spinrageiwit is anders dan die in zijde-eiwit.

2p 16 Welke beweringen zijn juiste verklaringen voor het verschil in sterkte tussen de draad van spinrag en de zijdedraad?

- A bewering 1 en 2
- B bewering 1 en 3
- C bewering 1 en 4
- D bewering 2 en 3
- E bewering 2 en 4
- F bewering 3 en 4

De Amerikaanse geneticus Malcolm Fraser bracht door genetische modificatie enkele genen van de gouden zijdespin in de zijderups in (afbeelding 3). Wanneer deze transgene rupsen een cocon maken, bestaat deze uit gewone zijdedraad en een nieuwe draad die veel op spindraad lijkt. Nog wat extra ingebrachte genen moeten het mogelijk maken dat de rups een perfecte spindraad maakt. Als dit lukt, kunnen we binnenkort misschien in de winkel terecht voor vederlichte, extreem soepele, supersterke, ragfijne kleding.

**afbeelding 3**



- 1p 17 Bij de genummerde stappen worden verschillende enzymen gebruikt. Noteer het nummer van één van deze stappen en beschrijf de rol van het enzym in deze stap.

Ook met andere organismen wordt al jarenlang geprobeerd om de draden van de gouden zijdespin op grote schaal te maken. Zuid-Koreaanse onderzoekers zijn erin geslaagd spinrag te maken met behulp van bacteriën. Eiwitmoleculen van dit spinrag zijn extreem groot en bestaan vrijwel volledig uit het aminozuur glycine. Het spinrag wordt uit de bacteriekweek verkregen als een klont eiwitdraden die door bewerking in een draadvorm geperst moet worden.

De genetische code van een deel van het RNA-molecuul uit de bacterie, dat codeert voor een stukje spinrageiwit dat volledig uit glycine bestaat, is:

GGA GGA GGG GGU GGA.

- 2p 18 Welke verandering (hieronder onderstreept) in dit deel van het RNA-molecuul van de bacterie leidt tot een ander eiwitmolecuul?
- A GGA GGC GGG GGU GGA
  - B GGA GGA GUG GGU GGA
  - C GGA GGA GGG GGA GGA
  - D GGG GGA GGG GGU GGA

Biotechnologen werken liever met bacteriën dan met dieren zoals zijderupsen.

- 1p 19 Noteer een biologisch verschil tussen bacteriën en zijderupsen dat bijdraagt aan deze voorkeur van biotechnologen.