

Toets A

Basen van het DNA

Bij de chemische analyse van de basen van het DNA dat afkomstig is van een bepaald organisme vinden onderzoekers dat 23% van de basen adenine is.

2p 1 Wat is dan de procentuele samenstelling van de basen van het DNA?

- A 23% adenine, 23% cytosine, 27% guanine en 27% uracil
- B 23% adenine, 27% cytosine, 27% guanine en 23% uracil
- C 23% adenine, 23% cytosine, 27% guanine en 27% thymine
- D 23% adenine, 27% cytosine, 27% guanine en 23% thymine

DNA buiten de kern

Alle eukaryoten hebben eenzelfde organel met DNA buiten de kern. Een groep eukaryoten heeft echter twee van zulke organellen.

2p 2 Om welke groep eukaryoten gaat het?

En welk organel betreft het?

Eiwitsynthese

Hieronder staan drie beweringen over eiwitsynthese.

1. Eiwitsynthese vindt alleen plaats in ribosomen die gebonden zijn aan het endoplasmatisch reticulum.
2. RNA-moleculen vervoeren aminozuren naar de ribosomen.
3. Een codon kan coderen voor meer dan één aminozuur.

2p 3 Welk van deze beweringen over eiwitsynthese is of welke zijn juist?

- A alleen 1
- B alleen 2
- C alleen 3
- D zowel 1 als 3
- E zowel 2 als 3
- F 1, 2 en 3

Groenlander van weleer geeft zijn DNA prijs

Voor het schrijven van een essay over de geschiedenis van de mensheid vonden Luc en Bas een artikel in een krant over de oorspronkelijke bewoners van Groenland. Uit een paar diepgevroren haren en kleine botfragmenten, gevonden op Groenland, blijkt het gezicht van een man, Inuk genoemd, 'af te lezen' (zie afbeelding 1).

DNA-onderzoek toont aan dat Inuk 4000 jaar geleden leefde, een getinte huid en bruine ogen had. Zijn haar was zwart en dik, maar hij had een neiging tot kaalhoofdigheid. Hij had het gen voor bloedgroep A.

Zijn oorsmeer was droog, waardoor hij geregeld last zou hebben gehad van oorontsteking. Dankzij zijn stofwisseling en lichaamsbouw was hij goed bestand tegen een koud klimaat.

Voor het onderzoek naar de erfelijke eigenschappen van Inuk is alleen gebruikgemaakt van het haar en niet van de botfragmenten. Beenweefsel wordt namelijk gemakkelijk verontreinigd met micro-organismen. Haren zijn daar minder gevoelig voor.

- 1p 4 Leg uit waardoor beenweefsel dat verontreinigd is met micro-organismen niet meer geschikt is voor het onderzoek naar de erfelijke eigenschappen van Inuk.



Afb. 1 Reconstructietekening van Inuk.

Er blijkt een grote overeenkomst te zijn tussen het DNA van Inuk en dat van de moderne mens.

Luc en Bas vragen zich af wat er in het onderzoek met elkaar is vergeleken.

- 2p 5 Wat hebben de onderzoekers met elkaar vergeleken?
- A Het karyogram van Inuk met een karyogram van de moderne mens.
 - B DNA-fragmenten van Inuk met overeenkomstige DNA-fragmenten van de moderne mens.
 - C Afzonderlijke basenparen van Inuk met overeenkomstige basenparen van de moderne mens.
 - D Afzonderlijke nucleotiden van Inuk met overeenkomstige nucleotiden van de moderne mens.

Luc en Bas komen tot de conclusie dat er veel overeenkomsten zijn in de erfelijke kenmerken van Inuk en henzelf. Zij hebben bijvoorbeeld ook bloedgroep A. Zij weten niet precies hoe kon worden afgeleid dat Inuk het gen voor bloedgroep A had. Hierover discussiëren zij met elkaar. Iemand met bloedgroep A bezit een eiwit dat je antigeen A noemt.

Luc zegt: "Als mijn gen voor bloedgroep A overeenkomt met een stuk DNA dat is gevonden in een pluk haren van Inuk, mag je de conclusie trekken dat hij alleen bloedgroep A kan hebben gehad."

Bas zegt: "Van antigeen A is de aminozuurvolgorde bekend. Hierdoor kun je de genetische code voor dit eiwit afleiden en deze vergelijken met die van het DNA in de pluk haren. Als deze overeenkomen, kon Inuk alleen bloedgroep A hebben gehad."

- 2p 6 Wie doet of wie doen een juiste uitspraak?
- A geen van beiden
 - B alleen Luc
 - C alleen Bas
 - D zowel Luc als Bas

De onderzoekers uit het krantenartikel wisten de complete genetische code van Inuk te ontcijferen. Het is de eerste genomanalyse van een prehistorisch mens. Met de DNA-bepaling werden verschillen in het DNA vastgesteld tussen Inuk en de huidige mensen uit Noord-Siberië.

- 1p 7 Met welke biologische term wordt de spontane verandering van het DNA aangeduid, waardoor deze verschillen ontstaan zijn?

Translatie

Een RNA-fragment dat is geïsoleerd uit een *Coli*-bacterie heeft de volgende volgorde:

5' – AAGCCUGAAUCCAGG – 3'

- 2p 8 Hoe ziet de aminozuurketen van een peptide eruit, dat met dit RNA wordt gesynthetiseerd, te beginnen vanaf de 5'-kant?
- A Gly-Tyr-Pro-Ala-Asp
 - B His-Arg-Met-Gly-Ile
 - C Lys-Pro-Glu-Ser-Arg
 - D His-Arg-Tyr-Pro-Ala

Een ander RNA-fragment, dat is geïsoleerd uit een *Coli*-bacterie, heeft de volgende volgorde:

5' – AAGGCCCCAUCCAGG – 3'

Dit RNA-fragment koppelt met een RNA-fragment dat aminozuren aanvoert, zodat een dubbelstreng ontstaat.

RNA^{Ala} brengt het aminozuur alanine naar een ribosoom en maakt daar een binding.

- 2p 9 Als RNA^{Ala} het ribosoom loslaat, welk RNA is dan het volgende dat zich aan het ribosoom bindt?
- A RNA^{Tyr}
 - B RNA^{Pro}
 - C RNA^{Val}
 - D RNA^{Arg}
 - E RNA^{His}

Rupsen en spinnen

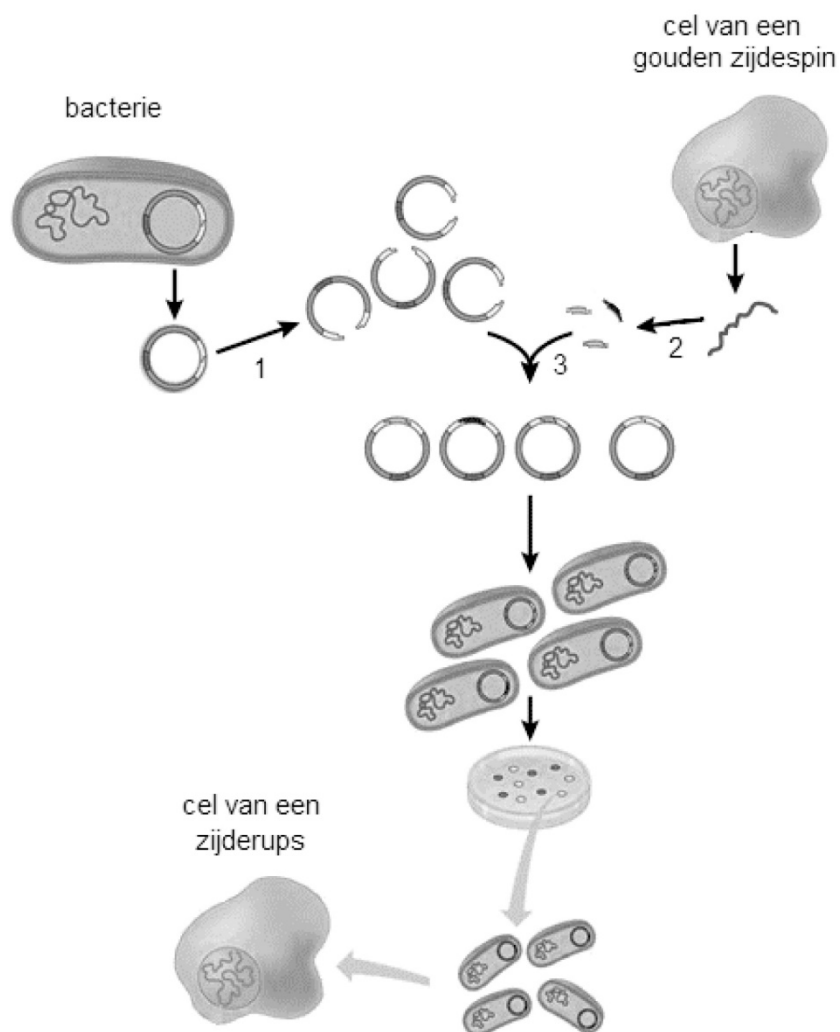
Zowel zijderupsen als gouden zijdespinnen bezitten spintepels waarmee ze draden spinnen die opgebouwd zijn uit eiwitten. De kwaliteit van de door hen gesponnen draden is in de natuur heel verschillend. Vier beweringen hierover zijn:

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 10 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 2).



Afb.2 Modificatie bij een zijderups.

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. Bij de genummerde stappen in de afbeelding worden verschillende enzymen gebruikt.

1p 11 Beschrijf de rol van het enzym in stap 1.

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 bacteriekuweek 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 12 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 13 Noteer een biologisch verschil tussen bacteriën en zijderupsen dat bijdraagt aan deze voorkeur van biotechnologen.

Platina tegen kanker

In 1996 werd bij de Amerikaanse wielrenner Lance Armstrong (zie afbeelding 3) zaadbalkanker geconstateerd, met uitzaaiingen naar de longen en de hersenen. Dankzij chemotherapie met een platinaverbinding genas hij. Hij won van 1999 tot en met 2005 zelfs de Tour de France, hoewel die overwinningen hem later zijn ontnomen naar aanleiding van dopinggebruik.

De onderzoeker Rosenberg stelde vast dat bacteriën in aanwezigheid van een platinaverbinding stoppen met delen, maar wel uitgroeien tot reuzencellen. Vervolgens onderzocht hij die platinaverbinding op antitumor-activiteit. Bepaalde tumoren blijken inderdaad zeer gevoelig voor die platinaverbinding. Rosenberg ontwikkelde op grond van zijn onderzoek bij bacteriën een hypothese over de invloed van de platinaverbinding op een bepaald onderdeel van de celcyclus.

1p 14 Formuleer die hypothese.



Afb. 3

Een menselijke cel

1p **15** Wat gebeurt er met een menselijke cel na ongeveer 50 delingen?

Syndroom van Prader-Willi

Bij het syndroom van Prader-Willi is er sprake van een dominante mutatie in chromosoom 15. Kinderen met dit syndroom hebben vaak een vrijwel onverzadigbare eetlust, meestal is er een ernstige aangeboren spierslapte en is het kind weinig beweeglijk. Spierslapte in het mondgebied kan het goed op gang komen van de spraak beïnvloeden. De verstandelijke ontwikkeling is meestal vertraagd.

Krijgt een kind de mutatie van de moeder, dan is het gezond. Krijgt het echter de mutatie van de vader, dan ontstaan de kenmerken van het syndroom.

- 2p **16** Welk proces is verschillend bij het gezonde kind en het kind met het syndroom?
- A celdifferentiatie
 - B celspecialisatie
 - C genexpressie
 - D genregulatie

Onderzoek aan jonge muizen

Een groep jonge muizen werd gesplitst in twee subgroepen.

Groep A bleef bij de eigen moeder, waar de jonge muisjes goed werden verzorgd. Groep B werd bij moeders geplaatst die weinig tot geen verzorgingsgedrag vertoonden.

Na enige tijd bleek bij de muisjes van groep B het aantal receptoreiwitten voor het stresshormoon cortisol veel hoger dan bij de muisjes van groep A.

- 2p **17** Welke verandering verklaart dit verschil?
- A een verandering door kunstmatige selectie
 - B een verandering door mutatie in een gen
 - C een verandering door recombinitie van genen
 - D een verandering door verschil in genexpressie

Een mutatie in een regulatorgen

Door een mutatie in een regulatorgen van een bacterie verandert de structuur van de bijbehorende repressor.

- 2p **18** Leg uit wat het gevolg hiervan is voor de genexpressie van deze bacterie.

Syndroom van Down

De kans op een embryo met trisomie 21 neemt toe als een vrouw op latere leeftijd zwanger wordt. De kans op het krijgen van een kind met het syndroom van Down is voor een moeder van 30 jaar 1 op 900. Voor moeders van 40 jaar is die kans veel groter, namelijk ongeveer één op 100.

Tot 1 april 2017 werd een onderzoek vooral gedaan bij zwangere vrouwen bij wie de combinatietest een verhoogde kans liet zien op een baby met het syndroom van Down. Nu is voor iedere zwangere vrouw de NIPT-test beschikbaar. Bij het vaststellen van Down-syndroom kan de moeder eventueel ertoe besluiten de zwangerschap af te breken.

- 2p 19 Leg uit dat de NIPT-test zou kunnen leiden tot meer zwangerschapsafbrekingen, ondanks de kleinere kans van jongere vrouwen op een kind met het syndroom van Down.

Stamceltransplantatie

Wanneer bij jonge mannen kanker in de buikholte is behandeld met bestraling, bestaat de kans op onvruchtbaarheid. De onvruchtbaarheid kan worden veroorzaakt doordat er geen of te weinig zaadcellen worden gevormd, ook al zijn de testes niet uiterlijk zichtbaar of voelbaar beschadigd. Misschien is het in de toekomst mogelijk dat bij jonge mannen eigen zaadcelstamcellen worden terug getransplanteerd als zij na bestraling zijn hersteld.

- 2p 20 Leg uit waardoor bestraling kan leiden tot vorming van te weinig zaadcellen bij een man, ook al is het vele jaren na de bestraling.

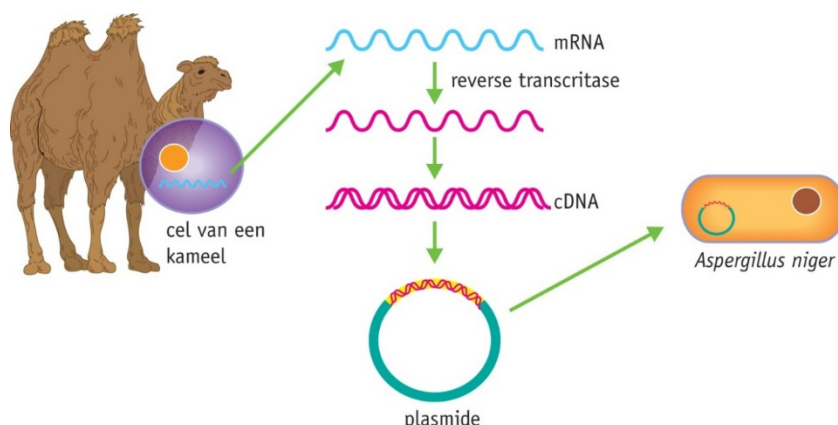
Een enzym van de kameel

Onderzoekers hebben het enzym chymosine ontdekt in de cellen van de maagwand van de kameel. Chymosine kan worden gebruikt bij kaasproductie. Met behulp van dit enzym krijg je meer kaas uit een liter melk.

Productie van het enzym gebeurt door middel van genetische modificatie. Uit de cellen in de maagwand van een kameel wordt mRNA geïsoleerd en met een enzym omgezet in DNA. Dit DNA, met het gen voor kamelenchymosine, wordt nu ingebracht in de schimmel *Aspergillus niger* (zie afbeelding 4). Deze schimmel gaat nu het kamelenchymosine-enzym produceren.

Het gen voor kamelenchymosine wordt overgebracht naar de schimmel met behulp van een plasmide. Om ervoor te zorgen dat er in de schimmel expressie van het gen kan plaatsvinden, is het noodzakelijk om extra DNA-fragmenten toe te voegen aan het gen voor dit enzym. Het gen en de extra DNA-fragmenten vormen samen een expressiesysteem.

- 1p 21 Leg uit dat de extra DNA-fragmenten nodig zijn in de plasmide om het gen tot expressie te brengen.



Afb. 4 Kamelen-DNA in een bacterie.

DNA-fingerprint van een paloverde-boom

In de staat Arizona (VS) werd een vrachtwagenchauffeur verdacht van de moord op een prostituee. Hij ontkende in de buurt van de plaats-delict te zijn geweest.

Rechercheurs ontdekten in zijn truck echter twee peultjes van een palo-verde-boom (zie afbeelding 5). Op de plaats-delict stond een aantal van die bomen. Eén exemplaar, dat over de weg hing, leek onlangs door een auto te zijn geraakt. Nu stelde men voor DNA-onderzoek te doen, om vast te stellen of de peultjes in de truck van die geraakte boom afkomstig waren.

2p **22** Is dit met DNA-onderzoek vast te stellen? Leg je antwoord uit.



Afb. 5