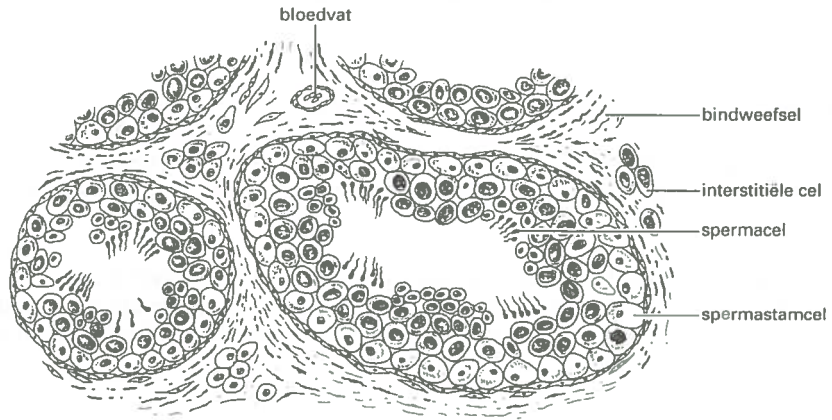


4 DNA en *celcyclus

Transplantatie

Bij onderstaande vragen mag je ervan uitgaan dat de regeling van de productie van spermacellen bij de muis overeenkomt met die bij de mens.

informatie 1 doorsnede van een deel van een testis



Een spermastamcel is een diploïde cel in de testes, waaruit of nieuwe spermastamcellen of spermacellen worden gevormd.

- 1 Kunnen spermastamcellen in de testes meiose ondergaan? En mitose?
 - A alleen meiose
 - B alleen mitose
 - C zowel meiose als mitose

Onderzoekers hebben spermastamcellen van normale muizen (donoren) getransplanteerd in testes van muizen met een erfelijke, sterk verlaagde vruchtbaarheid (acceptoren).

Getransplanteerde spermastamcellen sloegen aan bij 70% van de eerst vrijwel onvruchtbare acceptoren. Van hun nakomelingen verwekt bij normale vrouwtjes bleek 80% te zijn ontstaan door bevruchting met spermacellen afkomstig uit spermastamcellen van donoren.

Bij een grote groep nakomelingen heeft men het voorkomen van enkele erfelijke eigenschappen waarin de donoren en de acceptoren van elkaar verschilden, bepaald.

- 2 Is er verschil in frequentie van deze eigenschappen bij de nakomelingen? Zo ja, welke eigenschappen komen het meest bij deze nakomelingen voor?
 - A Nee, er is geen verschil in de frequentie waarin deze eigenschappen voorkomen.
 - B Ja, de eigenschappen van de acceptoren komen het meeste voor.
 - C Ja, de eigenschappen van de donoren komen het meeste voor.

mannesjessiak n kan het alle n van een homozygote moeder nri ontvangen hebben, in dat geval heeft hij een rechtsdraaiend huisje.

- 13 C** Eén H-gen in de moeder is voldoende voor het krijgen van linksdraaiende nakomelingen. De kans dat de heterozygote moeder (Hh) het H-gen aan een nakomeling doorgaf is 50%. Dus 50% van de nakomelingen is Hh en krijgt nakomelingen met linksdraaiende huisjes.

Melkvet

- 14 D** Per genenpaar komt er één van de twee genen in de eicel terecht: twee verschillende eicellen. Het aantal mogelijk verschillende eicellen bij drie genenparen is dan $2 \times 2 \times 2 = 2^3 = 8$.
- 15 A** De moederkoe heeft drie genen van het type 1. Het kalf dat als volwassen dier melk geeft met een hoger vetgehalte heeft dus minimaal vier genen van type 1. Als de moeder alle drie de genen aan het kalf doorgeeft moet de stier er minstens nog één leveren.

Koningin met borsthaar

- 16 D** De bijenkoningin heeft een intermediair fenotype en is dus heterozygoot. Bij de vorming van eicellen door meiose ontstaan evenveel eicellen met het allel voor kaal als met het allel voor langharig. Doordat darren uit onbevruchte eicellen ontstaan en haploïd zijn, blijft deze verhouding bij darren onveranderd.

Spermastamcellen zijn ook te gebruiken voor een andere techniek. Via transplantatie van genetisch gemanipuleerde spermastamcellen kunnen genetisch veranderde nakomelingen ontstaan. Bij runderen kunnen door deze genetische manipulatie nakomelingen worden verkregen die melk geven met eiwitten die normaal niet in de melk voorkomen en die door de mens als geneesmiddel kunnen worden gebruikt. Een voorbeeld is de productie van lactoferrine, een stof die de afweer bij mensen versterkt. Een op deze manier behandelde stier krijgt een dochter die melk met lactoferrine produceert.

- 3 Is bij deze dochter het gen voor lactoferrine aanwezig in de witte bloedcellen? En in de diploïde cellen van de eierstokken? En in de cellen van de melkklieren?
- A alleen in de witte bloedcellen
 - B alleen in de diploïde cellen van de eierstokken
 - C alleen in de cellen van de melkklieren
 - D zowel in de diploïde cellen van de eierstokken als in de cellen van de melkklieren
 - E zowel in de witte bloedcellen, als in de diploïde cellen van de eierstokken, als in de cellen van de melkklieren.

Het is voorstelbaar dat in de toekomst bij jonge mannen eigen spermastamcellen worden terug-getransplanteerd als zij na bestraling zijn hersteld van kanker in de buikholte. Zo'n bestraling kan namelijk onvruchtbaarheid tot gevolg hebben doordat er geen of te weinig spermacellen worden gevormd, ook al zijn de testes niet uiterlijk zichtbaar of voelbaar beschadigd.

- 4 Leg uit waardoor zo'n bestraling kan leiden tot vorming van te weinig spermacellen bij een man, ook al is het vele jaren na de bestraling.

Langer plezier van nieuwe rozen

Verskillende soorten snijbloemen hebben een verschillende houdbaarheid. Veel snijrozen verwelken al wanneer ze pas een paar dagen in de vaas staan. Dit gebeurt doordat de vaten in de stengels, terwijl ze in het water staan, verstopt raken met uitscheidingsproducten van bacteriën. Hierdoor wordt het watertransport belemmerd. Deze verstopping is te voorkomen door een bacteriedodend middel toe te voegen aan het water. In de toekomst wordt het toevoegen van bacteriedodende stoffen misschien overbodig. Er wordt onderzoek gedaan om bij rozen via genetische manipulatie 'genen met een antibacteriële werking' in te bouwen. De aandacht richt zich daarbij vooral op bepaalde eiwitten, die cecropines worden genoemd.

De uitdrukking 'genen met een antibacteriële werking' werd gebruikt in een krantenartikel. Dit is biologisch gezien een onnauwkeurige formulering.

- 5 Geef een biologisch meer nauwkeurige formulering voor 'genen met een antibacteriële werking'.

Op de plaats van het misdrijf kan een dader allerlei soorten van sporenmateriaal achterlaten, zoals bloedspetters, afgebroken haren, ontlasting, speeksel, sperma en vingerafdrukken.

Niet alle sporen zijn even goed bruikbaar voor het maken van een eenduidig DNA-profiel.

- 6 Leg uit waardoor speeksel aan een drinkglas een volledig DNA-profiel van de dader kan opleveren.
- 7 Het is ook mogelijk een DNA-profiel te maken met behulp van ontlasting. Leg uit waardoor dit lastiger is dan het maken van een DNA-profiel met behulp van speeksel.

Dyslexie in de genen

Met lood in haar schoenen loopt Marieke de sporthal binnen: biologie- examen. De stof kent ze wel, maar ze heeft moeite met lezen en spelling omdat ze dyslexie heeft. Tegen haar vader die ook dyslectisch is, werd vroeger gezegd: "Lui en dom". Gelukkig weten we tegenwoordig beter. Er wordt steeds meer duidelijk over dyslexie.

Marieke en haar vader werkten mee aan een wetenschappelijk onderzoek naar dyslexie en erfelijkheid, uitgevoerd door de Radboud Universiteit Nijmegen. Nadat met leestests was vastgesteld dat zowel Marieke als haar vader dyslexie hadden, werd wangslimvlies bij hen afgenomen.

Wangslimvliescellen zijn gemakkelijk met een wattenstaafje te verzamelen. Ook bij Mariekes moeder en broertje, die niet dyslectisch zijn, werd wangslimvlies afgenomen. Hun DNA werd geanalyseerd en vergeleken met dat van Marieke en haar vader.

Daarnaast werden overeenkomsten gezocht tussen het DNA van Marieke en het DNA van andere personen met dyslexie die aan het onderzoek meededen. Dit leidde tot de identificatie van verschillende genen die een rol spelen bij het ontstaan van dyslexie.

- 8 Door welke eigenschap kunnen wangslimvliescellen voor dit onderzoek gebruikt worden?
 - A Wangslimvliescellen bevatten dezelfde erfelijke informatie als alle andere lichaamscellen.
 - B Wangslimvliescellen hebben een kern die goed zichtbaar is met een microscoop.
 - C Wangslimvliescellen kunnen nog delen, waardoor de chromosomen zichtbaar gemaakt kunnen worden.
 - D Wangslimvliescellen zijn groot en bevatten daarom meer DNA dan andere cellen.
- 9 Waarnaar zijn de onderzoekers in de cellen van het wangslimvlies op zoek geweest?
 - A naar allelen die bij Marieke en haar vader voorkomen, maar niet bij haar moeder en broertje
 - B naar chromosomen die bij Marieke en haar vader voorkomen, maar niet bij haar moeder en broertje
 - C naar fenotypen die bij Marieke en haar vader voorkomen, maar niet bij haar moeder en broertje

Groenlander van weleer geeft zijn DNA prijs

Voor het schrijven van een essay over "De geschiedenis van de mensheid" vonden Luc en Bas, twee leerlingen uit HAVO-5, een artikel in een krant over de oorspronkelijke bewoners van Groenland. Uit een paar diepgevroren haren en kleine botfragmenten, gevonden in Groenland, blijkt het gezicht van een man, Inuk genoemd, "af te lezen" (zie afbeelding 1).

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.

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

Het blijkt dat er grote overeenkomst is 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.

- 11 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 afgeleid kon worden dat Inuk het gen voor bloedgroep A had. Hierover discussiëren zij met elkaar.

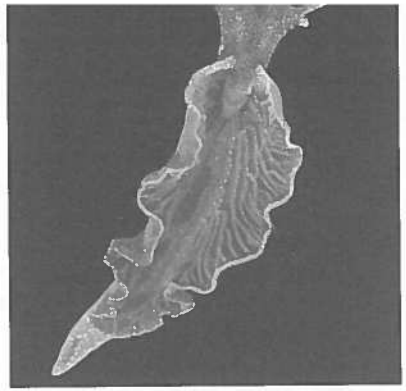
Luc zegt: "Als mijn gen voor bloedgroep A overeenkomt met een stuk DNA dat gevonden is in een pluk haren van Inuk, mag je de conclusie trekken dat hij alleen bloedgroep A gehad kan hebben."

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 gehad hebben."

- 12 Wie doet of wie doen een juiste uitspraak?

A geen van beiden

zeeslak *Elysia chlorotica* (zie afbeelding 2) is bekend dat hij chloroplasten 'steelt' van de algen die hij tijdens zijn jeugd eet. In de eerste twee weken van zijn bestaan eet de dan nog bruine slak de alg *Vaucheria litorea*. In plaats van dit organisme te verteren, zuigt de slak de chloroplasten uit deze alg en neemt deze organellen op in zijn eigen cellen. De overige tien maanden van zijn slakkenbestaan kan dit beestje overleven zonder voedsel op te nemen. Hij is dan zelf in staat tot fotosynthese. Een Amerikaanse onderzoekster ontdekte hoe een van de voorouders van de zeeslak blijkbaar ooit een gen van de alg *Vaucheria litorea* in zijn eigen DNA heeft ingebouwd. Hiermee kan hij een eiwit aanmaken om de bladgroenkorrels te laten functioneren.



- 13 Door welke eigenschap van het DNA is het mogelijk dat het van oorsprong uit de alg afkomstige gen ook in de zeeslakcellen functioneel is?
- A Het DNA van de alg en het DNA van de zeeslak bestaan beide uit een dubbele spiraal.
 - B Het DNA van de alg en het DNA van de zeeslak bevatten dezelfde universele code.
 - C Het DNA van de alg en het DNA van de zeeslak bevatten overeenkomstige genen.
 - D Het DNA van de alg en het DNA van de zeeslak bevinden zich in een kern.

In microscopische preparaten lijken de cellen van de zeeslak na het opnemen van de chloroplasten op de cellen van de algen.

- 14 Noem één kenmerk waardoor de cellen van de zeeslak na het opnemen van de chloroplasten te onderscheiden zijn van cellen van de algen.

Nieuwe diersoort

In 1995 ontdekten de Deense biologen Peter Funch en Reinhardt Kristensen een nieuwe diersoort die zij bij geen enkele diergroep konden onderbrengen. Ze gaven deze de naam *Symbion pandora*.

Symbion pandora is zo speciaal dat hij in een aparte hoofdafdeling is geplaatst. Om te onderzoeken met welke andere diergroep het dier verwant is of met welke diergroep het een gemeenschappelijke voorouder heeft, onderzoekt men het DNA.

- 15 Wat onderzoekt men van het DNA om verwantschap te bepalen?
- A de basenvolgorde in DNA-moleculen
 - B de lengte van DNA-moleculen
 - C het aantal DNA-moleculen per cel

Hints bij hoofdstuk 4

- 1 Er moeten voortdurend twee typen cellen gevormd worden, anders raakt het op.
- 2 Welke spermacellen waren het meest succesvol bij de bevruchting.
- 3 Een gen in een bevruchte eicel is in alle hieruit gevormde diploïde cellen aanwezig.
- 4 Uit welke cellen ontstaan spermacellen?
- 5 Bedenk welke stoffen bij de genen zelf aangemaakt worden.
- 6 Het wangslimvlies wordt voortdurend vernieuwd.
- 7 Wat zit er nog meer in de dikke darm behalve voedselresten?
- 8 Alle lichaamscellen ontstaan uit een bevruchte eicel.
- 9 Vorm en functie van wangslimvliescellen geven geen informatie over hersenstructuren.
- 10 Alle organismen bevatten DNA.
- 11 Er is dan ook overeenkomst in de bouw van eiwitten (via mRNA).
- 12 Binnen het ABO-bloedgroepensysteem zijn er 4 bloedgroepen.
- 13 Transcriptie werkt in alle organismen op een overeenkomstige manier.
- 14 Het gaat om een verschil tussen plantaardige en dierlijke cellen.
- 15 Waardoor wordt de code in het DNA bepaald?

- 1 **C** Spermacellen zijn haploïd, zij worden gevormd door meiose uit diploïde spermastamcellen. Nieuwe spermastamcellen zijn ook diploïd. Bij de mitose blijft het aantal chromosomen in de nieuwe cellen onveranderd.
- 2 **C** 80% van de nakomelingen is ontstaan door bevruchting met spermacellen afkomstig uit spermastamcellen van de donoren tegenover 20% van de acceptoren. Afhankelijk van de (dominante of recessieve) genen van de eicellen zal een bepaald deel van de eigenschappen tot uiting komen. Hierin zal de verhouding 80 : 20 weer terug te vinden zijn.
- 3 **E** De genetische verandering in de spermastamcellen komt na meiose terecht in de spermacellen en na bevruchting in de zygote (bevruchte, eerste cel) waaruit de dochter uiteindelijk ontstaat. Alle cellen van de dochter ontstaan door mitose (en celdeling) uit deze zygote en ze zullen dus allemaal deze erfelijke verandering hebben.
- 4 Straling veroorzaakt beschadiging van DNA / mutaties, waardoor de spermastamcellen zich niet meer kunnen delen / geen goed DNA meer bevatten / onvoldoende informatie bevatten om goede spermacellen te laten ontwikkelen.

Langer plezier van nieuwe rozen

- 5 De genen coderen voor een eiwit met een antibacteriële werking.
Een gen bevat de informatie in het DNA voor de bouw van één type eiwit, bv. een enzym. Door een bepaald eiwit, zoals een enzym, ontstaat een bepaalde eigenschap.

Forensisch onderzoek

- 6 Slijmvliescellen/wangcellen die in het speeksel terecht zijn gekomen bevatten (in de celkern) het complete DNA van een persoon.
Ook desintegrerende cellen/celfragmenten/los DNA zit in speeksel en DNA hieruit kan via PCR (= Polymerase Chain Reaction) vermeerderd worden, waarna de restrictie-enzymen er op losgelaten worden en een profiel gemaakt wordt.
- 7 De ontlasting bevat ook DNA van andere organismen (bacteriën) dat onderscheiden moet worden van (de restanten van) het eigen DNA (uit darmslijmvliescellen).
Met behulp van ontlasting kunnen in het oerwoud stambomen van verwante apen worden samengesteld.

Dyslexie in de genen

- 8 **A** Lichaamscellen bevatten dezelfde erfelijke informatie en evenveel DNA; maar als cellen gaan delen verdubbelt het DNA.
De kern van alle lichaamscellen is pas na kleuring goed zichtbaar met een microscoop. Wangslijmvliescellen zijn gespecialiseerde cellen en kunnen niet meer delen. Zichtbaarheid van chromosomen geeft overigens nog geen informatie over het DNA. Eicellen en zaadcellen bevatten een deel van het DNA; rode bloedcellen geen DNA (meer).

- 9 **A** Als dyslexie erfelijk is, is het vastgelegd in DNA van Marieke en haar vader. *Het chromosomenpatroon (karyogram) geeft niet of nauwelijks informatie over afwijkend DNA in genen.*
Fenotypen worden bepaald door informatie in DNA tezamen met invloeden uit het milieu.

Groenlander van weleer geeft zijn DNA prijs

- 10 Het te onderzoeken monster bevat dan niet alleen DNA van Inuk, maar ook van bacteriën en/of schimmels.
- 11 **B** Informatie over erfelijke eigenschappen is vastgelegd in DNA. Naarmate meer DNA-fragmenten overeenkomen, zullen organismen meer op elkaar lijken. *Een karyogram geeft een overzicht van het aantal en de vorm van de chromosomen van een cel. Die zijn zichtbaar als het DNA gespiraliseerd is tijdens de celdeling. Volwassen haarcellen bevinden zich niet in een delingsstadium en dus zijn geen chromosomen zichtbaar voor het maken van een karyogram.*
Afzonderlijke basenparen/nucleotiden coderen niet voor een aminozuur. Een langere serie basenparen/nucleotiden kan erfelijke informatie bevatten.
- 12 **A** De redeneringen van Luc en Bas zijn deels correct, maar de conclusies niet. Mensen (en dus ook Inuk) kunnen bloedgroep AB hebben; dan hebben ze ook een gen voor bloedgroep B.

Elysia chlorotica, een dier met fotosynthese

- 13 **B** Een gen komt tot expressie in het fenotype als het DNA wordt overgeschreven in mRNA (transcriptie) en tot eiwitsynthese leidt (translatie). Dit systeem van eiwitsynthese kan alleen functioneren als het DNA dat oorspronkelijk uit de alg kwam op dezelfde manier gecodeerd wordt.
- 14 De algencel heeft een celwand / centrale vacuole. *of*
De zeeslakcel heeft geen celwand / geen centrale vacuole.

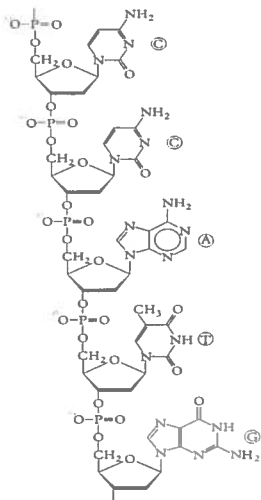
Nieuwe diersoort

- 15 **A** Verwantschap blijkt uit een groot aantal overeenkomstige eigenschappen. De informatie voor erfelijke eigenschappen is vastgelegd in genen; elk gen heeft een specifieke volgorde van een aantal basen in een DNA-molecuul.
De lengte en het aantal DNA-moleculen (en dus chromosomen) zijn veel minder kenmerkend voor verwantschap.

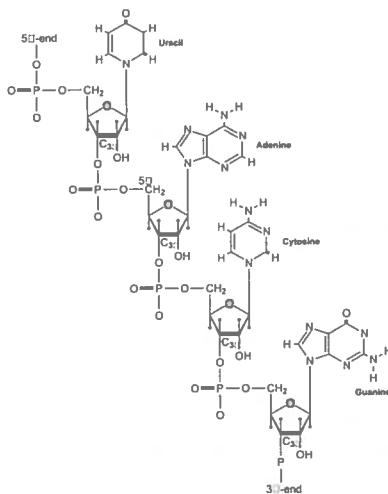
In levende cellen spelen verschillende macromoleculen een rol, onder andere bij informatieopslag. In afbeelding 1 zie je kleine stukjes van drie verschillende soorten macromoleculen.

afbeelding 1

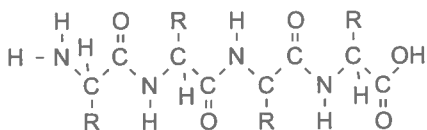
macromolecuul 1



macromolecuul 2



macromolecuul 3



- 1 Welke van deze moleculen kunnen worden aangetroffen in het cytoplasma van bacteriën?
- A alleen 1 en 2
 - B alleen 1 en 3
 - C alleen 2 en 3
 - D zowel 1, 2 als 3

* Dit onderwerp is alleen bestemd voor het schoolexamen.