

*Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale omstandigheden en gezonde organismen.*

## IJzer in de oceaan

Om het versterkt broeikas effect tegen te gaan willen commerciële bedrijven ijzer toevoegen aan de oceanen. Grootschalige ijzerbemesting zou de groei van mariene algen bevorderen.

In 1987 werd een onderzoek gestart in het noordoosten van de Stille Oceaan, waar uitgestrekte 'High Nutrient, Low Chlorophyl' (HNLC) gebieden zijn te vinden. In HNLC-gebieden zijn grote hoeveelheden nutriënten, zoals stikstof en fosfor, aanwezig. Ook rond de Zuidpool zijn dergelijke gebieden gevonden. Wanneer ijzer in de HNLC-gebieden wordt aangevoerd -door opwelling uit de diepzee of door de wind- ontstaan gebieden met algenbloei, die met behulp van satellieten kunnen worden waargenomen.

In laboratoriumexperimenten bleek de algengroei flink bevorderd te worden door toediening van een ijzeroplossing. Men besloot te onderzoeken wat het effect zou zijn van grootschalige bemesting van het oceaanooppervlak met oplossingen van ijzersulfaat ( $\text{FeSO}_4$ ). Het eerste experiment vond plaats in 1993 en er zijn er nu twaalf achter de rug. Steeds was het resultaat dat een algenbloei optrad, die soms vele dagen aanhield.

Ecologen waarschuwen dat over de gevolgen van ijzertoevoering in de oceaan nog te weinig bekend is.

- 1p 1 Waardoor kan bevordering van de algengroei in oceanen mogelijk een vermindering van het broeikas effect bewerkstelligen?

IJzer wordt door de algen opgenomen zodat bepaalde reacties uitgevoerd kunnen worden. Bij gebrek aan ijzer kunnen op den duur fotosynthese en dissimilatie niet meer plaatsvinden.

- 2p 2 – Noem een functie van ijzer bij het mogelijk maken van fotosynthese.  
– Noem een functie van ijzer bij het mogelijk maken van dissimilatie.

- 2p 3 Waardoor leidt ijzerbemesting juist in HNLC-gebieden tot algenbloei?

Omdat het rond de Zuidpool vaak hevig stormt, heeft ijzerbemesting daar slechts een kortdurend effect.

- 1p 4 Leg dit uit.

Tegenstanders van ijzerbemesting vrezen dat ijzerbemesting een averechts effect kan hebben. Na verloop van tijd kunnen juist meer broeikasgassen zoals methaan ( $\text{CH}_4$ ) en lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) geproduceerd worden.

- 2p 5 Welke organismen zijn hiervoor verantwoordelijk?

- A dezelfde algen  
B mariene planteneters  
C mariene vleeseters  
D bacteriën

Algen worden wereldwijd gezien als een veelbelovende grondstof voor biodiesel. De ervaring opgedaan met het bestuderen van de algengroei in laboratoriumomstandigheden wordt gebruikt om algen grootschaliger in bassins op het land te kweken. Ook in Nederland zijn algenkwekerijen opgezet. De minuscule kleine organismen zijn rijk aan plantaardige olie en kunnen hun gewicht dagelijks verzesvoudigen. Dat leidt tot grote opbrengsten: "120 ton droge stof per jaar per hectare", aldus een woordvoerder van DLV Plant, een landbouwkundig adviesbureau. "Daaruit is 6500 liter biodiesel te winnen."



algenbassins

Algenkweek op het land, om biodiesel te produceren, is een effectievere methode om het versterkt broeikas effect tegen te gaan dan ijzerbemesting in de oceaan (waarbij de algen **niet** geoogst worden).

2p 6 Geef hiervoor twee redenen.

## Biologisch verband en andere kunst huid

Een ongeluk zit in een klein hoekje. Op de afdeling spoedeisende hulp van ziekenhuizen komen regelmatig peuters binnen die pijnlijke brandwonden hebben opgelopen. Een flinke brandwond kan voor veel problemen zorgen: er is een onmiddellijk infectiegevaar en de kans op een litteken is groot. Medici zijn daarom voortdurend bezig om methoden te zoeken die infectie van een brandwond kunnen voorkomen en de huid na verbranding zo goed mogelijk laten herstellen.

Bij een eerstegraads brandwond is alleen de opperhuid aangetast, voornamelijk de keratinocyten die hoornstof produceren en na uitdroging deel uitmaken van de hoornlaag. Bij een diepe tweedegraads verbranding is ook de lederhuid beschadigd, onder andere het bindweefsel bestaande uit fibroblasten, bloedvaten en collageen vezels. Fibroblasten zijn de cellen die het netwerk van collageen vezels, de zogenoemde matrix in de lederhuid vormen. Om infecties en verdere beschadiging te voorkomen is het belangrijk om grote brandwonden zo snel mogelijk te behandelen. Bij de behandeling kan gebruik gemaakt worden van een bewerkte donorhuid of van een kunst huid om de beschermende taak van de huid, al dan niet tijdelijk, over te nemen.

Een peuter heeft na een ongeluk een tweedegraads brandwond op de arm opgelopen. Door de verbranding is een litteken ontstaan. Op de plaats van dit litteken is de huid anders gekleurd en minder rekbaar.

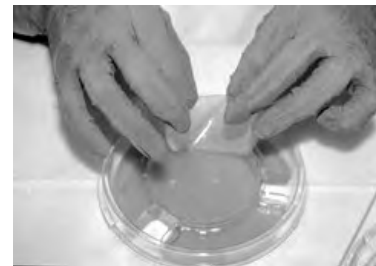
2p 7 – Leg uit waardoor op de plaats van het litteken de huid anders gekleurd is.  
– Leg uit waardoor de huid daar minder rekbaar is.

# Eindexamen biologie vwo 2010 - II

havovwo.nl

- 1p **8** Leg uit waardoor een eerstegraads brandwond meestal **niet** tot littekenvorming leidt.
- Een brandwond moet zo snel mogelijk bedekt worden om infectie te voorkomen.
- 1p **9** Waar moet de wond nog meer tegen beschermd worden?
- Bij infectie van een brandwond is er kans op de vorming van een biofilm, een laag aaneengesloten bacteriën omgeven door bacterieel slijm, vastgehecht op het oppervlak van de wond. De aanwezigheid van een biofilm kan de genezing van de beschadigde huid vertragen.
- 1p **10** Geef hiervoor een verklaring.
- Een donorhuid kan na enkele weken afgestoten worden, doordat de donorcellen gelyseerd worden.
- 2p **11** Welke cellen van het immuunsysteem kunnen donorcellen lyseren?
- A B-lymfocyten
  - B cytotoxische T-cellen
  - C fagocyten
  - D T-helpercellen
- T-cellen herkennen donorcellen aan bepaalde eiwitten op het celmembraan.
- 1p **12** Welke eiwitten zijn dat?

Bij een tweedegraads brandwond is de toepassing van een kunst huid als 'biologisch verband' mogelijk. Voor de productie van deze kunst huid wordt een siliconenlaag als synthetische opperhuid gebruikt en een sponsachtig netwerk van nylon als matrix voor de lederhuid. Op deze matrix worden menselijke donor-fibroblasten geënt die zorgen voor de begroeiing met collageen. Wanneer de kunstmatige matrix volgroeid is, wordt de kunst huid gevriesdroogd, waarna hij klaar is voor gebruik.



- Door het vriesdrogen verandert de samenstelling van de kunst huid. Bepaalde componenten van de kunst huid blijven aanwezig terwijl andere componenten verdwijnen of onwerkzaam worden. De vier belangrijkste componenten zijn:
- 1 de siliconenlaag
  - 2 de matrix
  - 3 de fibroblasten
  - 4 het collageen
- 2p **13** Wat wordt, in verband met de toekomstige functie van de kunst huid, door vriesdrogen verwijderd of onwerkzaam?
- A alleen 1 en 2
  - B alleen 3
  - C alleen 4
  - D alleen 1, 2 en 3
  - E alleen 1, 2 en 4

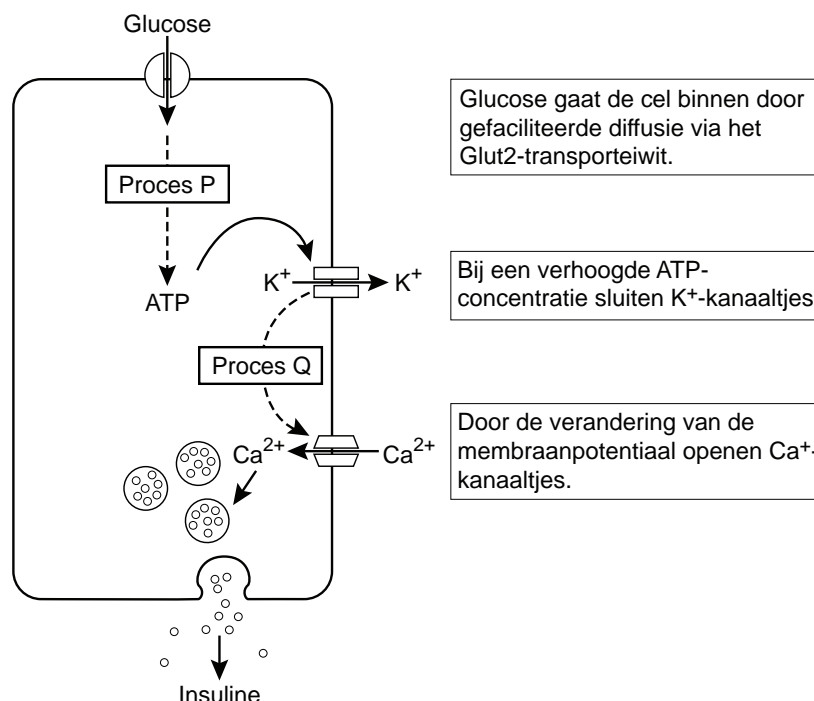
## Vet eten en diabetes

In Nederland krijgen steeds meer mensen last van overgewicht. De overheid maakt zich hier zorgen over, temeer daar vet eten en overgewicht kunnen leiden tot een vorm van diabetes.

De vondst dat een enzym de link vormt tussen vet eten en diabetes was een toevalstreffer. Onderzoekers van het Howard Hughes Medical Institute in San Diego deden een experiment met muizen die het gen missen voor het enzym glycosyl-transferase (GnT-4a). Deze muizen worden aangeduid met  $G^-$ . Het enzym GnT-4a is noodzakelijk voor het stabiel verankeren van het Glut2-transporteiwit in het membraan van de  $\beta$ -cellen van de eilandjes van Langerhans in de alveesklier. De concentratie glucose in het bloed van de  $G^-$ -muizen was abnormaal hoog. Verder bleek dat bij gezonde  $G^+$ -muizen die langdurig een vetrijk dieet kregen, veel minder van het enzym GnT-4a meetbaar was dan bij  $G^+$ -muizen zonder dat vetrijke dieet.

De  $\beta$ -cellen in de alveesklier produceren het hormoon insuline. Insuline bevordert de opname van glucose in de cellen van de lever, waar de glucose omgezet kan worden in glycogeen. In afbeelding 1 zijn de processen die plaatsvinden bij het op gang brengen van insulinesecretie in een  $\beta$ -cel, schematisch weergegeven.

afbeelding 1



Een vetrijk dieet kan op den duur leiden tot vermindering van de insulinesecretie door de  $\beta$ -cellen in de alveesklier.

4p 14 Leg dit uit, aan de hand van de gegevens in de tekst en in afbeelding 1.

- 2p **15** Voor de secretie van insuline door de  $\beta$ -cel is ATP nodig.  
 Noem twee plaatsen in de  $\beta$ -cel waar ATP gevormd kan worden.

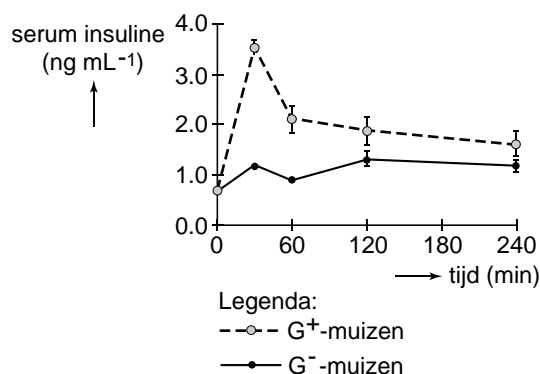
Over het membraan van de  $\beta$ -cel bestaat in rust een potentiaalverschil, waarbij de binnenzijde negatief geladen is ten opzichte van de buitenzijde van het membraan. In het membraan van een  $\beta$ -cel bevinden zich  $K^+$ -kanaaltjes en  $Ca^{2+}$ -kanaaltjes die openen en sluiten onder invloed van de membraanpotentiaal.

- 2p **16** Welke verandering van de membraanpotentiaal veroorzaakt het openen van de  $Ca^{2+}$ -kanaaltjes?  
**A** depolarisatie  
**B** hyperpolarisatie  
**C** repolarisatie

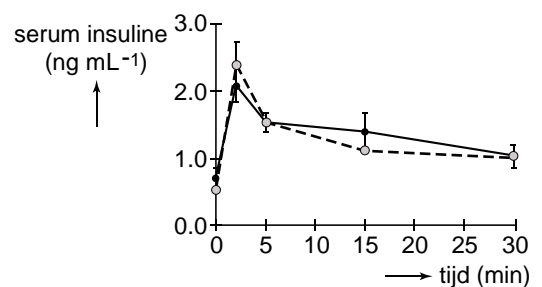
In een experiment wordt onderzocht wat de invloed van glucose en van arginine is op de insulineconcentratie in het bloed van muizen. Arginine maakt het versmelten van de insuline-secretieblaasjes met het celmembraan mogelijk. Gebruikt worden twee groepen muizen: muizen met het intacte enzym ( $G^+$ -muizen) en muizen die het enzym GnT-4a niet kunnen maken ( $G^-$ -muizen). De helft van elke groep krijgt na een halve dag vasten een injectie met een glucose-oplossing (1,5 gram glucose per kilogram lichaamsgewicht). De andere helft krijgt na een halve dag vasten een injectie met een arginine-oplossing (3 gram per kilogram lichaamsgewicht). Aansluitend wordt regelmatig het gehalte aan insuline in het bloedserum onderzocht. De resultaten van deze experimenten staan in de twee diagrammen van afbeelding 2.

**afbeelding 2**

1: toediening glucose op t = 0



2: toediening arginine op t = 0



Op grond van deze resultaten worden de volgende conclusies getrokken:

- 1 De  $\beta$ -cellen van de  $G^-$ -muizen kunnen niet zoveel insuline produceren als die van de  $G^+$ -muizen.
- 2 In de  $\beta$ -cellen van de  $G^-$ -muizen wordt ongeveer evenveel insuline opgeslagen als in die van de  $G^+$ -muizen.

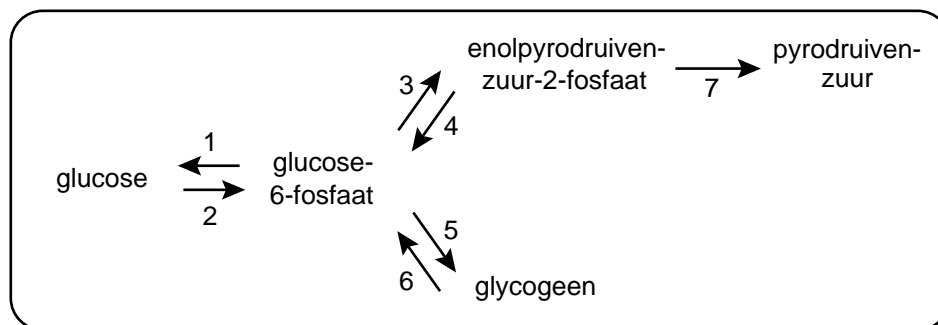
- 2p 17 Welke van deze conclusies is of welke zijn juist op grond van bovenstaande gegevens?
- A geen van beide
  - B alleen 1
  - C alleen 2
  - D beide

Actief insuline bestaat uit twee polypeptideketens met in totaal slechts 51 aminozuren.

- 2p 18 Wat is daarin het percentage essentiële aminozuren?
- A 16%
  - B 37%
  - C 40%
  - D 59%

Insuline beïnvloedt de stofwisseling van onder andere levercellen en spiercellen. In afbeelding 3 zijn met genummerde pijlen enkele omzettingen die in een levercel plaatsvinden, schematisch weergegeven.

**afbeelding 3**



Ten gevolge van diabetes wordt bij een vrouw steeds minder insuline afgegeven door de alvleesklier.

- 2p 19 Welke van de genummerde omzettingen zullen daardoor in eerste instantie ook minder plaatsvinden in haar levercellen?
- A 1 en 4
  - B 1 en 6
  - C alleen 2 en 5
  - D alleen 2, 3 en 7
  - E 2, 3, 5 en 7

De meeste van de in de levercel schematisch weergegeven omzettingen kunnen ook plaatsvinden in spiercellen. Een uitzondering is echter omzetting 1, doordat het enzym glucose-6-fosfatase niet in spiercellen aanwezig is.

- 2p 20
- Leg uit waarom aanwezigheid van het glucose-6-fosfatase zinvol is in levercellen.
  - Leg uit waarom aanwezigheid van het glucose-6-fosfatase niet zinvol is in spiercellen.

## Avondkoekoeksbloem wordt lastig onkruid

Het ministerie van LNV is steeds meer geïnteresseerd in het onderzoek naar exoten. Dat zijn nieuw binnengekomen of uitgezette planten en dieren, die een bedreiging kunnen zijn voor de inheemse flora en fauna. Maar ook het omgekeerde kan voorkomen: dat Nederlandse soorten elders een plaag veroorzaken.

Het NIOO (Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek) heeft onderzoek gedaan aan de Europese avondkoekoeksbloem (*Silene latifolia*), die zich in Amerika in twee eeuwen tijd ontwikkeld heeft tot een wijd verbreid onkruid.

Zaden van de plant staken in de 18de eeuw als verstekeling aan boord van graanschepen de Atlantische oceaan over.

Op het Amerikaanse continent heeft de plant veel minder belagers dan in haar oorspronkelijke ecosysteem in Europa. De plant groeit er snel en produceert veel zaden. De ecologen doen onderzoek naar de concurrentiekracht van deze Amerikaanse variant van de avondkoekoeksbloem om een antwoord te vinden op de vraag waarom soorten uit het ene continent bij de introductie in een ander continent kunnen uitgroeien tot een plaag.



*Silene latifolia*

Er zijn veel voorbeelden bekend van planten die op een ander continent sneller groeien en voortplanten dan op hun oorspronkelijke standplaats. Het (micro)klimaat is meestal niet erg verschillend tussen de twee groeiplaatsen. De oorzaak moet dus eerder gezocht worden bij de biotische factoren, zoals andere planten en planteneters.

- 2p 21 Noem twee andere biotische factoren, die de groei en voortplanting van de avondkoekoeksbloem kunnen beïnvloeden.

De grote invasiesnelheid van een immigrant, zoals de Europese avondkoekoeksbloem in de VS, kan worden verklaard uit veranderde omgevingsfactoren. Het kan echter ook een genetische verandering van de nieuwkomers zelf zijn.

Dit is onderzocht in een 'common garden' experiment: op twee kale proefveldjes in Nederland werden onder identieke omstandigheden exemplaren van de oorspronkelijke Europese avondkoekoeksbloem (veldje 1) en exemplaren van de daaruit ontwikkelde Amerikaanse variëteit (veldje 2) opgekweekt.

De Amerikaanse planten bleken sneller te groeien en meer kiemkrachtige zaden te produceren dan de Europese planten.

Het is mogelijk dat door natuurlijke selectie de avondkoekoeksbloem in de VS meer energie is gaan investeren in groei en voortplanting en minder in de verdediging tegen vraat.

- 2p **22** Welke waarneming in dit common gardenexperiment zou een ondersteuning zijn voor deze hypothese?
- A** De Amerikaanse planten zijn na enige tijd minder aangetast door insecten dan de Europese planten.
  - B** De Amerikaanse planten zijn na enige tijd meer aangetast door insecten dan de Europese planten.
  - C** De Amerikaanse planten verspreiden zich uiteindelijk niet buiten het proefveldje, en de Europese planten wel.
  - D** De Amerikaanse planten verspreiden zich uiteindelijk buiten het proefveldje, en de Europese planten niet.

Dat de Amerikaanse variëteit op het proefveldje beter presteerde dan de Europese avondkoekoeksbloemen kan ook komen door de onnatuurlijke omstandigheden op de proefveldjes.

Om tot een zekerder conclusie te komen is een vervollexperiment nodig.

- 1p **23** Welke onderzoeksvraag dient in dit vervollexperiment beantwoord te worden?

Agressieve uitbreiding van een plant kan ook het gevolg zijn van hybridisatie: kruising van een geïntroduceerde soort met een reeds aanwezige soort tot een nieuwe hybride. In dit geval kan het tientallen jaren duren voordat de nieuwe soort zich agressief uitbreidt. Over de oorzaak van deze lange periode worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 Het product van hybridisatie van twee verschillende soorten is veelal onvruchtbaar;
- 2 Door kruising van twee verschillende soorten ontstaan ook nieuwe combinaties van genen die niet gunstig zijn;
- 3 Het kost tijd voordat de best aangepaste hybriden een aanzienlijk deel van de populatie vormen.

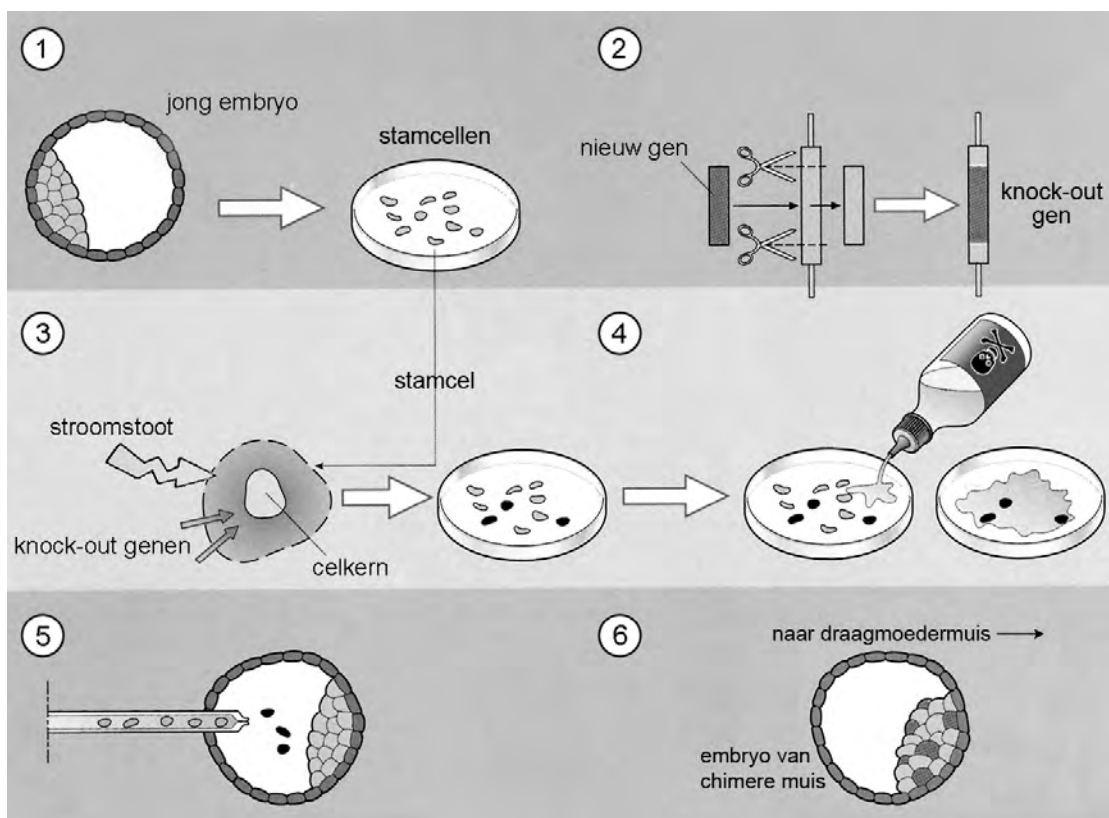
- 2p **24** Welke van deze uitspraken geven een juiste verklaring voor de lange tijdsperiode tussen introductie van een soort en het (door kruising met een al aanwezige soort) ontstaan van een agressieve verwante soort?
- A** alleen 1 en 2
  - B** alleen 1 en 3
  - C** alleen 2 en 3
  - D** zowel 1, als 2, als 3



## Kankeronderzoek met de knock-out muis

Bij het onderzoek naar de genetische basis van ziekten, zoals allerlei vormen van kanker, wordt gebruik gemaakt van knock-out muizen. Dat zijn muizen waarin een bepaald gen, het knock-out gen, geheel uitgeschakeld is. Daardoor kan de functie van dat gen onderzocht worden.

In de afbeelding is weergegeven hoe in 6 stappen 'chimere' muizen worden verkregen. Dat zijn muizen die gedeeltelijk bestaan uit cellen met het knock-out gen en gedeeltelijk uit cellen met het intacte gen.



- 1 Uit een zeer jong embryo halen we embryonale stamcellen. Deze zijn nog niet gedifferentieerd en kunnen uitgroeien tot een volwaardige muis.
- 2 We nemen een gen waarvan we de functie willen weten. Dit gen schakelen we uit (knock-out gen) door er een stuk tussenuit te knippen. Op de vrijgekomen plaats bouwen we een nieuw gen in, dat de cel resistent maakt tegen een bepaald antibioticum.
- 3 Het knock-out gen brengen we in embryonale stamcellen door de cellen met een stroomstoot tijdelijk van poriën te voorzien. Bij een klein deel van de cellen wordt het oorspronkelijke gen vervangen door het knock-out gen.
- 4 We vergiften de stamcellen met een speciaal antibioticum. Alleen de cellen die het knock-out gen ten minste eenmaal hebben ingebouwd, zijn resistent tegen dit antibioticum en overleven de behandeling.
- 5 We injecteren de overlevende cellen met het knock-out gen in een muizenembryo.
- 6 Een deel van de cellen van het embryo bevat nu het knock-out gen. We plaatsen het embryo in een draagmoedermuis. Een paar weken later worden chimere muizen geboren, met het knock-out gen in slechts een deel van hun cellen.

In het voorbeeld zijn de transgene stamcellen te herkennen aan hun resistentie tegen een speciaal antibioticum. Een andere methode die wel eens gebruikt wordt om transgene cellen herkenbaar te maken is het (bij stap 2) inbouwen van een groen fluorescentiegen van een lichtgevende kwal.

Bij deze methode zal stap 4 (het selecteren van cellen met ten minste één knock-out allel) er anders uitzien, en dat heeft zijn voor- en nadelen.

- 2p **25** Leg uit wat bij het gebruik van fluorescentie beschouwd kan worden als een nadeel ten opzichte van het gebruik van antibiotica bij stap 4.

Het knock-out gen is sterk gekoppeld aan het gen voor vachtkleur. Daardoor zijn in dit experiment de chimere jonge muizen herkenbaar aan hun vacht.

Het jonge embryo dat de stamcellen levert is homozygoot voor het gen dat codeert voor een beige (lichte) vachtkleur. De transgene stamcellen zijn ingebracht in embryo's die homozygoot zijn voor het gen dat codeert voor een agouti (donkere) vachtkleur. De draagmoedermuis is homozygoot voor het gen dat een witte vacht veroorzaakt. Het allel voor een witte vacht is recessief ten opzichte van de allelen die coderen voor de kleuren beige en agouti.

- 2p **26** Welke vachtkleur hebben de chimere muizen met een aanzienlijk percentage transgene cellen?

- A agouti
- B beige
- C wit
- D een mozaiekpatroon van agouti met beige
- E een mozaiekpatroon van agouti met wit
- F een mozaiekpatroon van beige met wit

Om homozygoot transgene muizen te verkrijgen worden de chimere muizen (stap 6 in de afbeelding) gekruist met witte muizen. De beigegekleurde nakomelingen worden vervolgens onderling gekruist.

- 2p **27** Welk deel van hun nakomelingen is naar verwachting homozygoot voor het knock-out gen?

- A 0%
- B 25%
- C 50%
- D een onbekend percentage

Knock-out muizen kunnen een bijdrage leveren aan het onderzoek naar de oorzaak en behandeling van bepaalde vormen van kanker bij de mens.

Bij het al of niet krijgen van kanker spelen twee typen genen een belangrijke rol: tumorsuppressorgenen en (proto-)oncogenen. Deze twee typen genen spelen een belangrijke rol bij de regulatie van de celcyclus.

Tumorsuppressorgenen kunnen het ontstaan en de ontwikkeling van kanker tegengaan, (proto-)oncogenen kunnen dit juist doen toenemen.

- 2p **28** Zijn muizen waarbij een tumorsuppressorgen is uitgeschakeld (groep 1) geschikt voor een dergelijk onderzoek? En muizen waarbij een (proto-)oncogen is uitgeschakeld (groep 2)?

- A alleen groep 1 is geschikt
- B alleen groep 2 is geschikt
- C beide groepen zijn geschikt

- De resultaten van experimenten met knock-out muizen kunnen alleen onder bepaalde voorwaarden leiden tot behandelingen tegen kanker voor de mens.
- 2p **29** Noem twee belangrijke voorwaarden.

## Hoornvlies zonder bloedvaten

Een transparant hoornvlies is essentieel voor ons gezichtsvermogen. Onderzoekers hebben onlangs ontdekt hoe het komt dat het hoornvlies volledig transparant is en niet doorbloed is zoals zoveel andere weefsels.

De buitenste laag van het hoornvlies, het epitheel, bevat grote hoeveelheden van het eiwit VEGFR-3 (vascular-endothelial-growth-factor-receptor-3). Dit eiwit is een receptor voor de groeifactor VEGF, die bij de meeste weefsels de vorming van bloedvaten bevordert. Blijkbaar is de werking in het hoornvlies anders.

Deze vondst biedt nieuwe perspectieven voor de behandeling van bepaalde oogziekten en kan het resultaat van hoornvliestransplantaties verbeteren.

- Het hoornvlies heeft als functie onder andere begrenzing en bescherming.
- 2p **30** Leg uit op welke manier het hoornvlies ook een functie heeft bij het scherp zien.

Het hoornvlies bevat levende cellen, maar geen bloedvaten. Voedingsstoffen diffunderen vanuit haarvaten naar het hoornvlies.

- 2p **31** Beschrijf langs welke twee wegen dit gebeurt. Noem daarbij de onderdelen van het oog die deze voedingsstoffen moeten passeren om vanuit een haarvat uiteindelijk in het hoornvlies te komen.

De receptor VEGFR-3 is vooral te vinden in het celmembraan van endotheelcellen die de bloed- en lymfevaten aan de binnenkant bekleden. Bij volwassenen blijft het aantal en de plaats van de haarvaten in het lichaam tamelijk constant.

Er zijn echter omstandigheden waarbij op een bepaalde plaats toch nieuwe haarvaten ontstaan, zoals in het baarmoederslijmvlies na een menstruatie of tijdens een zwangerschap.

- 2p **32** Noem twee andere omstandigheden waarbij nieuwvorming van haarvaten bij een volwassen persoon zal optreden.

In het hoornvlies heeft geen bloedvatvorming plaats, ondanks de aanwezigheid van de receptor VEGFR-3. Als mogelijke verklaring hiervoor worden genoemd:

- 1 In het hoornvlies heeft binding van VEGF aan deze receptor juist een remmend effect op de bloedvatvorming;
- 2 In het hoornvlies levert binding van VEGF aan deze receptor geen vervolgsignaal op in de cellen.

2p **33** Welke van deze verklaringen kan of welke kunnen juist zijn?

- A geen van beide verklaringen
- B alleen verklaring 1
- C alleen verklaring 2
- D beide verklaringen kunnen juist zijn

3p **34** Leg uit dat een mutatie in het gen voor VEGFR-3 geen juiste verklaring kan zijn voor het feit dat er geen bloedvatvorming in het hoornvlies plaatsvindt.

Bij het onderzoek naar de werking van VEGFR-3 in het hoornvlies werd onder andere gebruik gemaakt van uitgerepareerde hoornvliesen, waarvan de epitheellaag (de buitenste cellaag) was verwijderd. Hoornvliesen met en zonder epitheellaag werden blootgesteld aan irritatie, waarna gekeken werd of er een ontstekingsreactie plaatsvond en of er nieuwe bloedvaten werden gevormd. De resultaten van deze experimenten staan in onderstaande tabel.

hoornvlies-epitheel	irritatie opgewekt	VEGFR-3	ontstekingsreactie	bloedvatvorming
aanwezig	niet	aanwezig	nee	nee
aanwezig	wel	aanwezig	ja	minimaal
verwijderd	niet	niet aanwezig	nee	minimaal
verwijderd	wel	niet aanwezig	ja	veel

Op basis van deze resultaten wordt de conclusie getrokken dat de aanwezigheid van VEGFR-3 een remmend effect heeft op bloedvatvorming in het hoornvlies. Over de functie van de receptor VEGFR-3 in het epitheel van het hoornvlies worden nog twee conclusies getrokken:

- 1 VEGFR-3 remt irritatie van het hoornvlies;
- 2 VEGFR-3 vermindert ontstekingsreacties van het hoornvlies.

2p **35** Welke van deze conclusies is of zijn juist, op basis van bovenstaande resultaten?

- A geen van beide
- B alleen 1
- C alleen 2
- D zowel 1 als 2

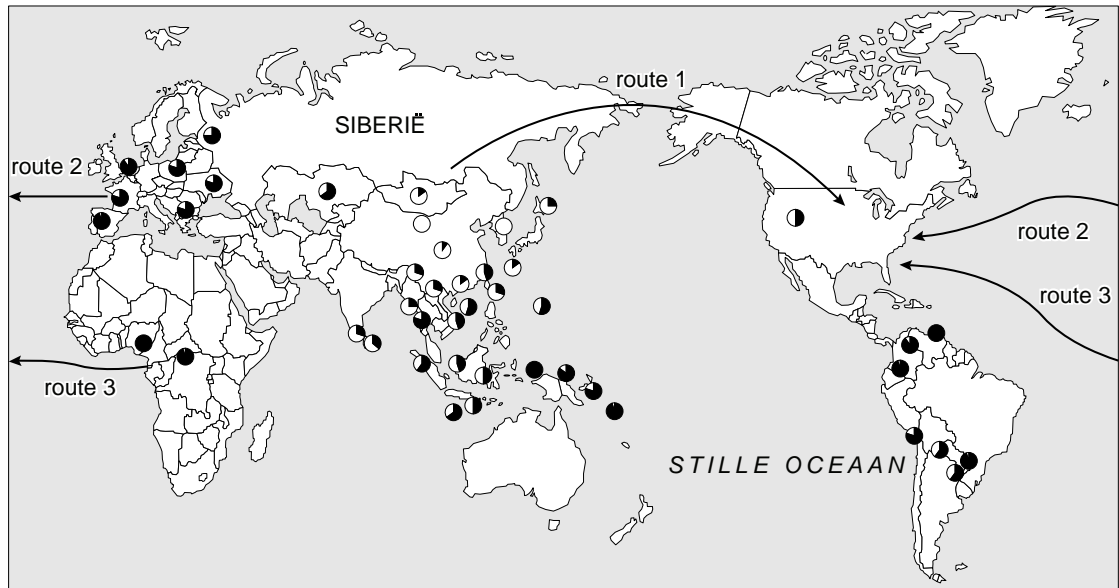
## Oorsmeer en de evolutie van de mens

Er wordt nog steeds onderzoek gedaan naar de wijze waarop de mens zich over de wereld heeft verspreid. Nieuwe gegevens over de genetica van oorsmeer leveren een bijdrage aan het debat over de route waarlangs de moderne mens (*Homo sapiens sapiens*) Noord-Amerika heeft bereikt.

Oorsmeer is een secretieproduct van klieren in de gehoorgang. Er worden twee vormen onderscheiden: nat en droog. Er zijn twee allelen: het dominante allel N voor de natte vorm en het recessieve allel n voor de droge vorm. Japanse onderzoekers nemen aan dat het recessieve allel in noordoost Azië is ontstaan, dat het in korte tijd een hoge frequentie heeft bereikt en dat het zich door migratie over andere delen van de wereld heeft verspreid.

Het Japans onderzoeksteam heeft in een aantal gebieden de allelfrequenties van beide allelen bij de inheemse bewoners bepaald.

In de afbeelding zijn die frequenties in sectordiagrammen weergegeven.



Legenda:

● frequentie allel N

○ frequentie allel n

Over de route waarlangs de mens Noord-Amerika heeft bereikt, dat wil zeggen de voorouders van de inheemse bewoners, bestaan verschillende theorieën. In de afbeelding zijn met pijlen drie routes aangegeven: noordelijke routes via Siberië (1) of vanuit Europa (2), en een zuidelijke route vanuit Afrika (3).

- 2p **36** Welk gegeven in de afbeelding is een ondersteuning voor de theorie dat het allel voor droog oorsmeer Noord-Amerika via route 1 bereikt heeft en niet via route 2 of route 3? Licht je antwoord toe.

Behalve bij inheemse populaties werd ook bij gemigreerde bevolkingsgroepen steekproefsgewijs het type oorsmeer bepaald.

In de tabel is het resultaat van een steekproef uit drie bevolkingsgroepen in de Verenigde Staten weergegeven.

land	bevolkingsgroep	frequentie allel n
VS	inheemse bevolkingsgroep (indianen)	0,500
VS	blanke bevolkingsgroep	0,110
VS	zwarte bevolkingsgroep	0,045

Er is een verschil tussen de allelfrequenties in de inheemse bevolkingsgroep en die van de twee andere bevolkingsgroepen in de steekproef.

2p **37** Geef hiervoor twee oorzaken.

Ook in Taiwan werd het type oorsmeer bij de oorspronkelijke bevolkingsgroep bepaald. In een steekproef van 103 mensen uit de inheemse populatie werden 69 mensen met nat oorsmeer gevonden.

2p **38** Wat is de frequentie van allel n in deze Taiwanese bevolkingsgroep, mits de regel van Hardy-Weinberg van toepassing is?

- A 0,18
- B 0,33
- C 0,57
- D 0,82