

BOSWELL-BÈTA

Voorbeeldexamen 2 - Biologie vwo

Datum:

Tijd:

Aantal vragen: 39

Aantal contexten: 7

Aantal meerkeuzevragen: 16

Aantal open vragen: 23

Totaal aantal punten: 76

Aantal pagina's: 27

Lees dit goed door voordat je begint, en volg de instructies op:

- Schrijf op ieder vel je naam.
- Geef niet meer antwoorden (redenen, voorbeelden) dan er gevraagd worden.
- Als er een verklaring, uitleg of berekening gevraagd wordt, worden aan een antwoord meestal geen punten toegekend als dit ontbreekt.
- Schrijf goed leesbaar met inkt. Het gebruik van correctievloeistof of het schrijven met potlood is niet toegestaan.
- Gebruik alleen potlood voor het maken van een tekening of grafiek.
- Toegestane hulpmiddelen zijn de BiNaS, een niet-grafische rekenmachine en tekenmateriaal.
- Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.
- Schrijf al je antwoorden op het bijgeleverde papier, en niet bij de opgaven.
- Lever ook de opgaven in!

Bananen bedreigd

Bananen zijn de belangrijkste voedselbron voor meer dan 400 miljoen mensen in de tropen. De wereldwijde bananenproductie wordt bedreigd door schimmels die de Panama-ziekte veroorzaken. Wetenschappers en studenten van Wageningen UR onderzoeken hoe je deze ziekte bij bananenplanten kunt voorkomen en bestrijden.

De meest gegeten banaan komt van de cultivar 'Cavendish' van de bananenplant *Musa acuminata*.

Deze cultivar was tot voor kort ongevoelig voor de Panama-ziekte, veroorzaakt door de schimmel *Fusarium oxysporum*.

Inmiddels is er een nieuwe variant van deze schimmel verschenen, *F. oxysporum* TR4, die ook de Cavendish-cultivars aantast.

De schimmel infecteert de bananenplanten vanuit sporen in de bodem, waarna de schimmeldraden vanuit de wortels de transportvaten in groeien.

De wilde bananenplant is diploïd en vormt zaden.

De triploïde Cavendish is ontstaan uit twee varianten van *M. acuminata*.

De Cavendish-cultivar bezit twee sets chromosomen van de ene ouder en één set van de andere ouder, in totaal 33 chromosomen. De bananen van deze cultivar hebben géén zaden. In afbeelding 1 is naast een Cavendish zonder zaden, een doorsneden 'wilde' banaan mét zaden te zien.

afbeelding 1



1(2p) Leg uit waardoor de triploïde Cavendish **geen** zaden kan vormen.

Omdat bananenplanten na de bloei afsterven en er geen zaden beschikbaar zijn, moeten Cavendish-telers op een andere manier aan nieuwe planten komen. Dat doen ze door ondergrondse zijknoppen af te snijden en op te kweken tot nieuwe planten.

2(2p) Leg uit dat deze manier van vermeerderen de kans op verspreiding van de Panama-ziekte vergroot.

Doordat de Cavendish-planten geen zaden vormen, is klassieke veredeling uitgesloten als methode om ze minder gevoelig te maken voor *F. oxysporum*. De Wageningse onderzoeker Gert Kema gebruikt daarom genetische modificatie: hij probeert resistentie-genen tegen de schimmel uit een ander bananenras, *M. acuminata* ssp. *malaccensis*, (de Pahang- bananenplant) in te brengen bij de Cavendish.

3(1p) Betreft dit een cisgene of een transgene modificatie? Licht je antwoord toe.

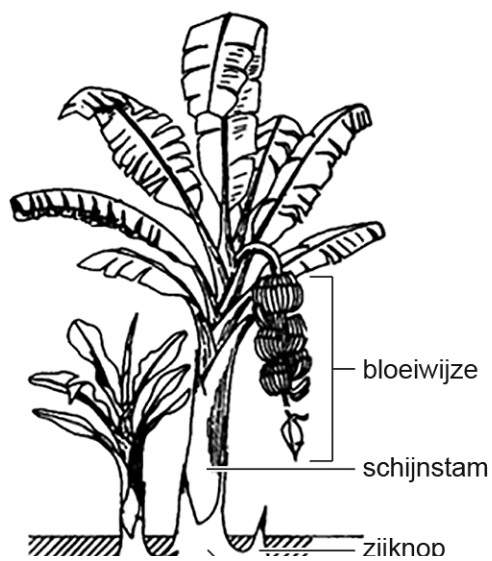
Veredeling door genetische modificatie is, in vergelijking met klassieke veredeling door kunstmatige selectie, goedkoper en geeft een sneller resultaat.

4(1p) Noteer nog een ander voordeel van genetische modificatie in vergelijking met de klassieke manier van veredelen.

Bananenplanten zijn géén bomen, want ze hebben geen echte stam. De schijnstam bestaat uit strak om elkaar gevouwen bladstelen die groeien vanuit een ondergrondse stengel. Vanuit het centrum van de schijnstam groeit een enorme bloeiwijze die door zijn toenemende gewicht naar beneden gaat hangen (zie afbeelding 2).

De zetmeelrijke vruchten buigen tijdens hun groei naar boven: dáárom zijn de bananen krom!

afbeelding 2



F. oxysporum produceert fusarinezuur, een toxine waarmee de schimmel de plant kan binnendringen.

De schimmeldraden verstoppen op den duur een deel van de houtvaten van de bananenplant.

- 5(2p) Leg uit hoe door het verstoppen van houtvaten indirect de CO₂-opname vermindert, en daardoor de hele plant dood kan gaan.

Rijpe bananen bevatten veel zetmeel.

6(2p) Het zetmeel in een banaan is gevormd door parenchymcellen in

- A de vrucht.
- B de bladeren van de plant.
- C de schijnstam van de plant.
- D de ondergrondse stengel van de plant.

Dat de bananen (de vruchten) naar boven krommen als de bloeiwijze naar beneden hangt, kan wijzen op beïnvloeding door de zwaartekracht of beïnvloeding door het licht.

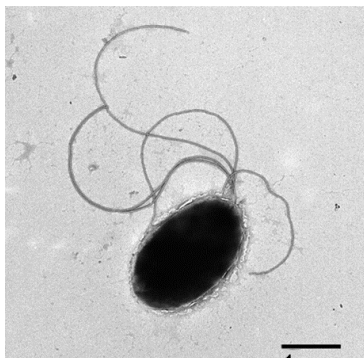
- 7(3p) – Beschrijf een werkwijze waarmee je kunt onderzoeken of de kromming van bananen aan de plant beïnvloed wordt door het licht.
- Noteer ook een mogelijk resultaat én tot welke conclusie dat resultaat leidt.

Een alternatieve aanpak van de Panama-ziekte richt zich op het onschadelijk maken van de schimmel *F. oxysporum* met behulp van een fusarinezuur-resistente schimmelremmende bacterie.

Een groep Wageningse studenten modificeerde de fusarinezuur-resistente bodembacterie *Pseudomonas putida* (afbeelding 3) op zo'n manier dat deze alleen schimmelremmende stoffen gaat produceren als er fusarinezuur in de bodem komt.

Ze gaven deze bacterie de naam 'BananaGuard'.

afbeelding 3

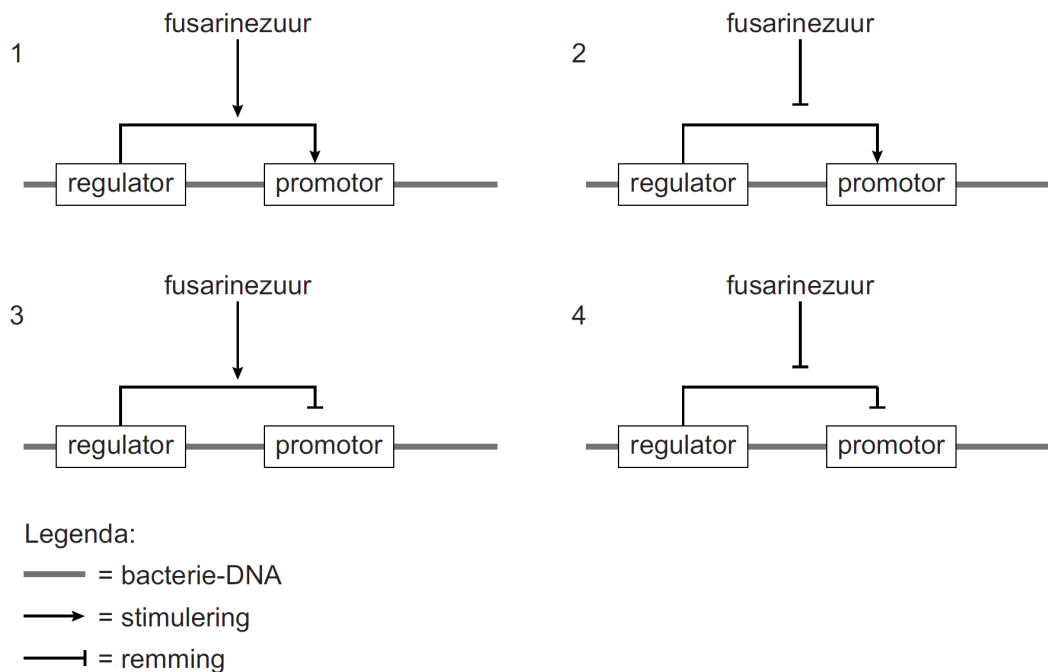


De gemodificeerde BananaGuard-bacterie vormt, alleen als zij in contact komt met fusarinezuur, een eiwit dat fusarinezuur de cel uitpomp. Het gen dat codeert voor dit eiwit is dus het fusarinezuur-resistentiegen.

Dit gen heeft een promotor. De transcriptie van de promotor (en dus van het resistentiegen) is afhankelijk van onder andere een regulatoreiwit, gecodeerd door een regulatorgen.

In afbeelding 4 zijn schematisch vier manieren getekend waarop deze promotor gereguleerd zou kunnen worden.

afbeelding 4



8(2p) Welk schema geeft de manier weer om het resistentie-gen in de BananaGuard-bacterie alleen te activeren als er fusarinezuur is?

- A schema 1
- B schema 2
- C schema 3
- D schema 4

De studenten brachten in *P. putida* een genconstruct waarin een detectieeenheid zit voor fusarinezuur, en een aantal genen die coderen voor stoffen die de groei van allerlei schimmels remmen.

De BananaGuard-bacteriën gaan pas schimmelremmers produceren als ze fusarinezuur in de bodem detecteren.

9(2p) Leg uit waarom deze uitgestelde productie van schimmelremmers van belang is voor een ecosysteem zoals de bananenplantage.

De Wageningse studenten willen het risico uitsluiten dat het genconstruct door uitwisseling van plasmiden tussen bacteriën in andere bodembacteriën terecht komt.

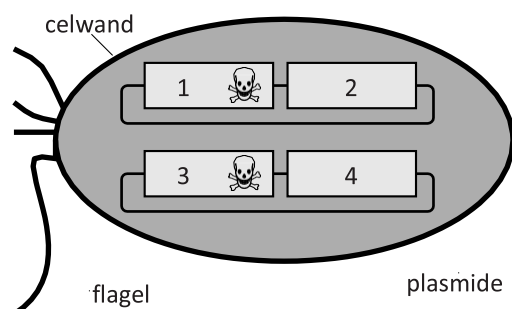
Daartoe hebben ze een toxine-antitoxine-construct ontworpen dat op twee afzonderlijke plasmiden in elke BananaGuard-bacterie ingebouwd wordt. Een van deze plasmiden bevat ook het genconstruct dat bescherming biedt tegen *F. oxysporum*.

Gebruikt worden de genen voor de toxines *Zeta* (Z) en *Kid* (K) die dodelijk zijn voor bacteriën, plus een gen voor een antitoxine dat Zeta neutraliseert (anti-Z) en een gen voor een antitoxine tegen Kid (anti-K).

De vier plaatsen waar deze genen worden ingebouwd zijn in afbeelding 5 met nummers aangegeven.

De genen voor beide antitoxines staan 'aan', waardoor de expressie van de bijpassende toxines in de BananaGuard wordt onderdrukt.

afbeelding 5



Door een slimme combinatie van de vier genen, verdeeld over twee plasmiden per bacterie, is gebruik van deze BananaGuard-bacterie op de plantage wel effectief tegen schimmels, maar wordt het risico op verspreiding van het genconstruct naar andere bodembacteriën verkleind.

10(2p) Door welke van de volgende combinaties van genen per plasmide wordt dit risico verkleind?

	plaats 1 + 2:	plaats 3 + 4:
A	Z + K	anti-Z + anti-K
B	Z + anti-K	K + anti-Z
C	Z + anti-Z	K + anti-K

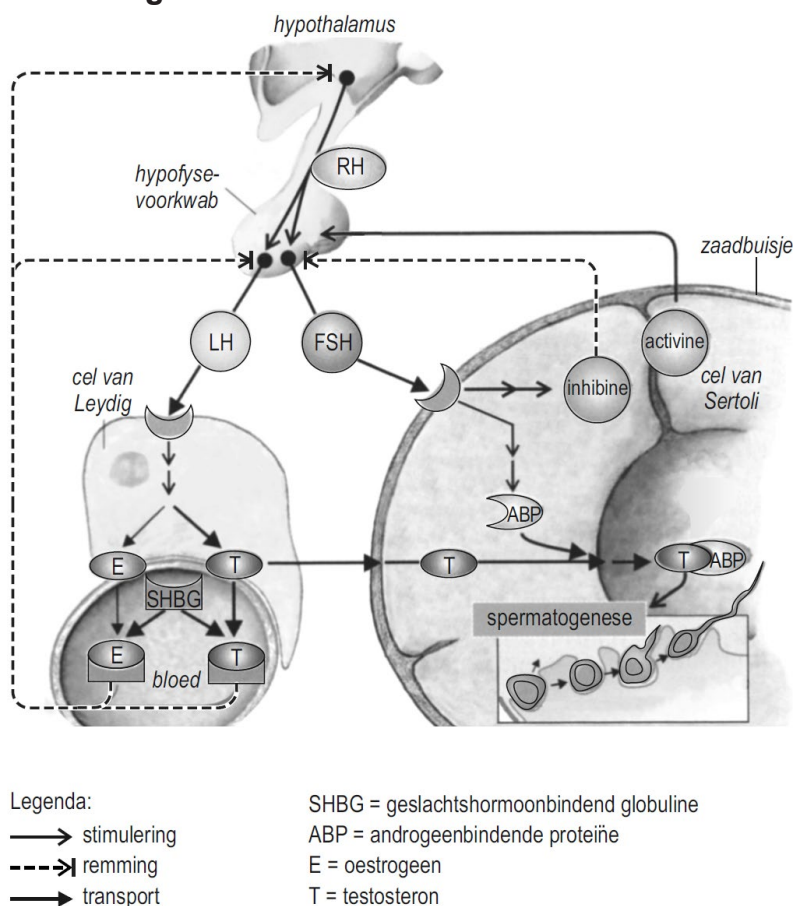
Bot bepaalt vruchtbaarheid

Onvruchtbaar door te weinig zaadcellen in je sperma? Onderzoek uit de Verenigde Staten toont aan dat de oorzaak hiervoor soms niet in de testes ligt, maar in de botten.

Voor een goede productie van zaadcellen (spermatogenese) is een hoge concentratie van androgenen, zoals testosteron, van belang. In afbeelding 6 is schematisch weergegeven hoe de hypofysehormonen LH (ook wel ICSH genoemd) en FSH de spermatogenese in de testes beïnvloeden. De androgenen die gebonden aan ABP naar het lumen van de zaadbuisjes vervoerd worden, stimuleren de spermatogonia om zich te gaan delen.

Als een man weinig androgenen produceert, kan dat ook botontkalking tot gevolg hebben.

afbeelding 6



Voor behoud van de vruchtbaarheid is het noodzakelijk dat spermatogonia zich mitotisch delen en niet meiotisch.

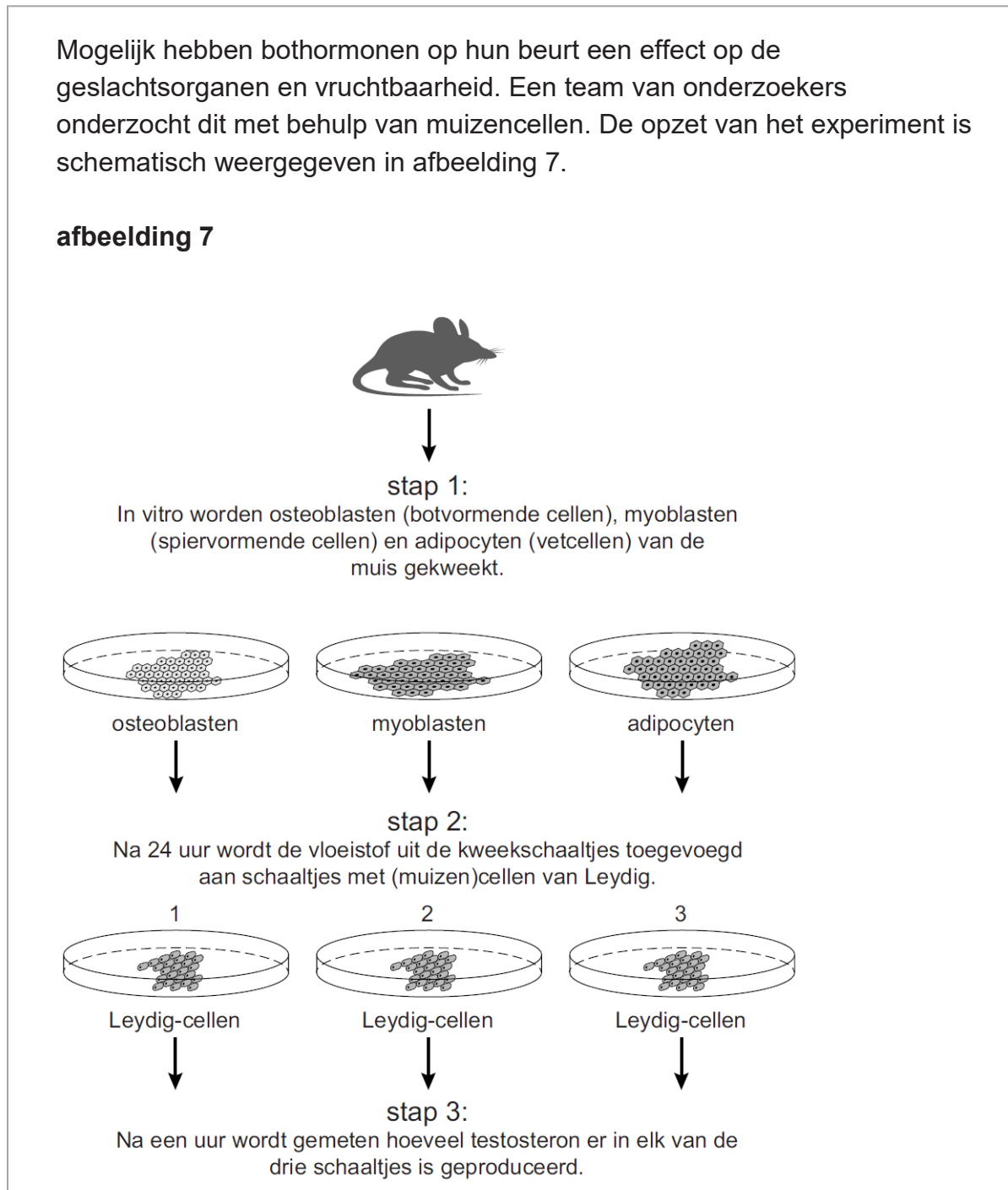
11(2p) Leg dit uit.

Er zijn mannen die testosteronpreparaten gebruiken om hun botdichtheid op peil te houden. Dit kan het natuurlijke regelmechanisme verstoren, met onvruchtbaarheid als gevolg.

12(2p) Leg uit aan de hand van een terugkoppelingsproces en het uiteindelijke effect ervan op de cellen van Sertoli, hoe de extra testosteron-inname onvruchtbaarheid van een man kan veroorzaken.

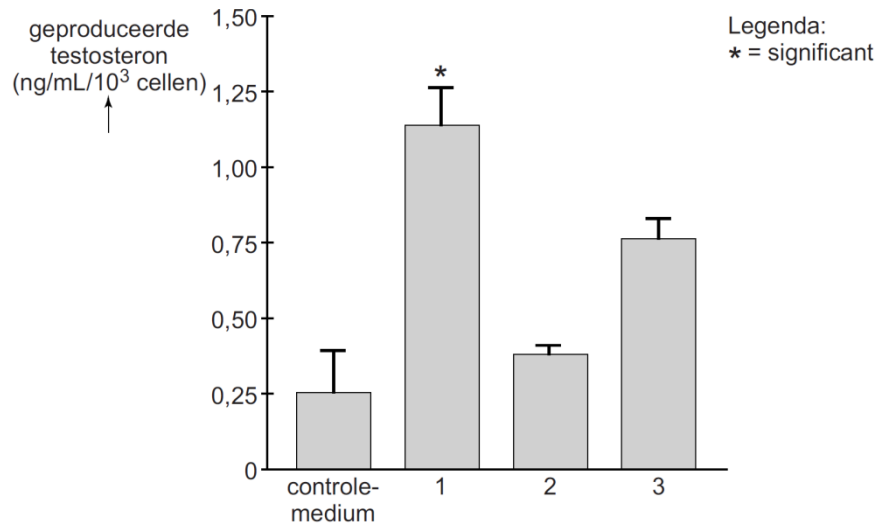
Mogelijk hebben bothormonen op hun beurt een effect op de geslachtsorganen en vruchtbaarheid. Een team van onderzoekers onderzocht dit met behulp van muizencellen. De opzet van het experiment is schematisch weergegeven in afbeelding 7.

afbeelding 7



De resultaten van die metingen, plus die van een controleschaaltje, zijn weergegeven in afbeelding 8.

afbeelding 8



Over de interactie tussen cellen uit het bot en Leydig-cellen in de testes wordt het volgende beweerd:

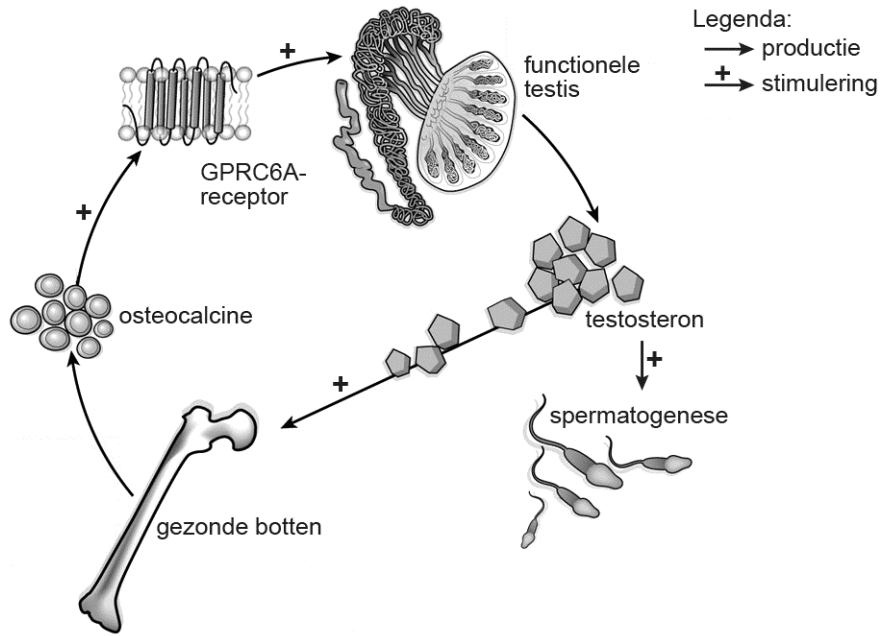
- 1 Leydig-cellen geven testosteron af dat osteoblasten stimuleert.
- 2 Osteoblasten geven een stof af die de testosteron-afgifte van Leydig-cellen stimuleert.

13(2p) Welke van deze beweringen wordt of welke worden door de kweekexperimenten ondersteund?

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

De hypothese van de onderzoekers is dat het hormoon osteocalcine, geproduceerd door bot, de vruchtbaarheid van mannelijke muizen beïnvloedt. In afbeelding 9 is door de onderzoekers de interactie tussen testes en botten in een vereenvoudigd schema weergegeven.

afbeelding 9



Osteocalcine beïnvloedt de testes door aan de receptor GPRC6A (zie afbeelding 9) van Leydig-cellen te binden. Testosteron beïnvloedt de osteoblasten in botten door aan de testosteronreceptor te binden.

- 14(2p) – Is osteocalcine een peptidehormoon of een steroïdhormoon?
 – Waar in de osteoblasten bevindt zich de testosteronreceptor?

	osteocalcine is een	plaats testosteronreceptor
A	peptidehormoon	celmembraan
B	peptidehormoon	cytoplasma
C	steroïdhormoon	celmembraan
D	steroïdhormoon	cytoplasma

Testen op sikkelcelziekte

Sikkelcelziekte is een aandoening aan de rode bloedcellen. Het gen voor de ziekte erft autosomaal recessief over en berust op een puntmutatie in het β -globinegen.

afbeelding 10

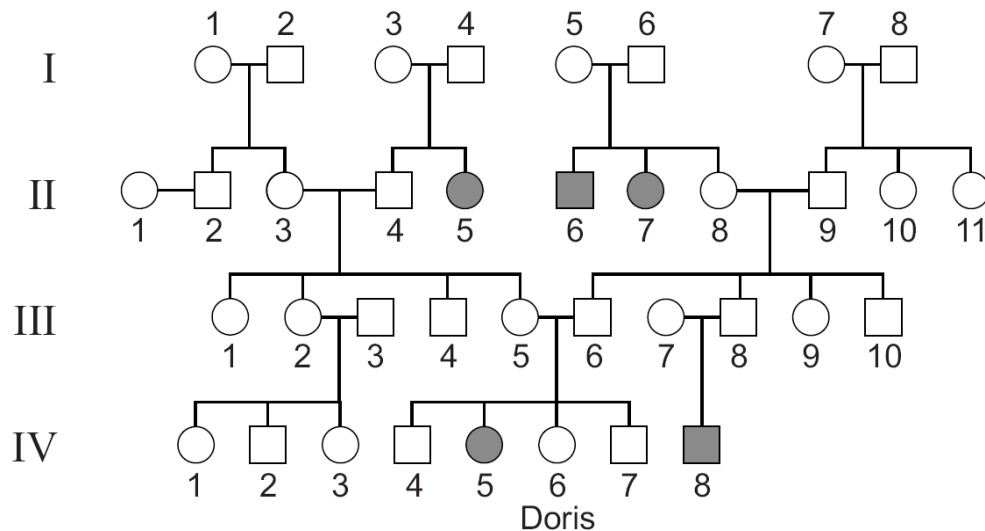


In Nederland komt sikkelcelziekte vooral voor bij mensen afkomstig van de Antillen en uit Suriname.

Aanstaande ouders kunnen zich laten testen op dragerschap.

In de familie van Doris komt sikkelcelziekte voor. De stamboom van haar familie is weergegeven in afbeelding 11. Doris heeft de ziekte niet, maar het lijkt haar goed mogelijk dat ze drager is.

afbeelding 11



Legenda:

- en □ = heeft geen sikkelcelziekte of is drager
- en ■ = heeft sikkelcelziekte

15(1p) Hoe is uit de stamboom af te leiden dat het gen voor sikkelcelziekte **niet** in het X-chromosoom ligt?

In de stamboom (afbeelding 11) is Doris aangegeven bij IV 6.

16(2p) Wat is op basis van de in de stamboom getoonde gegevens de kans, afgerond op hele procenten, dat Doris drager is van het allel voor sikkelcelziekte?

- A** 14%
- B** 25%
- C** 33%
- D** 67%
- E** 75%

In afbeelding 12 is een deel van de coderende streng van het normale β -globinegen weergegeven, en daaronder hetzelfde deel van het gemuteerde gen.

afbeelding 12

normaal β -globine DNA	5' GTG CAC CTG ACT CCT GAG GAG 3'
sikkelcel β -globine DNA	5' GTG CAC CTG ACT CCT GTG GAG 3'

Normaal hemoglobine is goed oplosbaar. Het afwijkende hemoglobine vormt in zuurstofarme omstandigheden lange ketens van onoplosbare hemoglobinepolymeren, waardoor de rode bloedcel de karakteristieke sikkelvorm krijgt. Sikkelvormige bloedcellen zijn minder flexibel en kunnen in allerlei organen verstoppingen in de haarvaten veroorzaken. Als dit optreedt spreekt men van een 'crisis' die voor sikkelcelpatiënten zeer pijnlijk kan zijn.

Een test kan uitwijzen of je drager bent van het gen voor sikkelcelziekte. Er zijn verschillende testen mogelijk, bijvoorbeeld onderzoek van het hemoglobine (Hb-fenotypering) of onderzoek aan het DNA.

Soms worden DNA-fragmenten voor een test eerst vermeerderd.

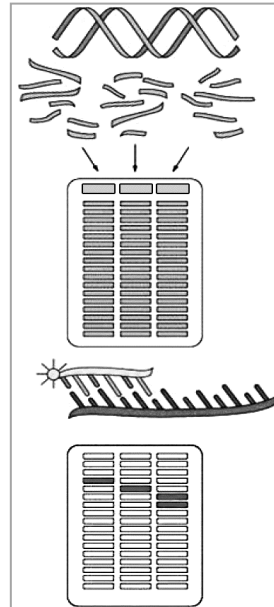
17(2p) – Waarom wordt het DNA eerst vermeerderd?

– Wat is de naam van de techniek waarmee dit gebeurt?

Doris heeft een DNA-test laten doen met gebruik van restrictie-enzymen: enzymen die op een bepaalde basenvolgorde in het DNA knippen. Zo'n DNA-test gaat als volgt (zie afbeelding 13).

afbeelding 13

- 1 DNA wordt geïsoleerd uit witte bloedcellen
- 2 Restrictie-enzymen 'knippen' het DNA
- 3 DNA-fragmenten worden op grootte gescheiden
- 4 Een radioactieve probe (een stukje DNA om een specifiek DNA-fragment te herkennen) wordt toegevoegd
- 5 Specifieke fragmenten worden zichtbaar gemaakt



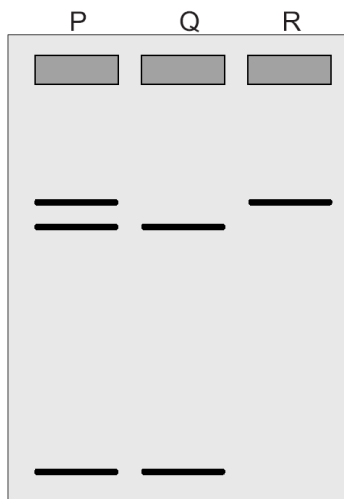
Bij deze DNA-test wordt het restrictie-enzym MstII gebruikt. In het gemuteerde sikkelcel β -globine DNA ontbreekt één van de MstII-knipplaatsen.

Het restrictie-enzym MstII herkent de basenvolgorde 5' -CCTNAGG- 3' (waarbij N elke willekeurige base kan zijn) en knipt tussen de C en de T binnen die volgorde.

- 18(2p) Laat zien hoe MstII in het hemoglobinegen knipt. Doe dit als volgt:
- Neem de coderende streng van het normaal β -globine DNA uit afbeelding 12 over en vul dit deel aan met de complementaire streng.
 - Geef met een lijn aan hoe MstII dit DNA-fragment in twee delen knipt.

In de test wordt, naast het DNA-fragment afkomstig van Doris, ook DNA van een gezond persoon en van een persoon met sikkelcelziekte geanalyseerd. In afbeelding 14 is het testresultaat van deze drie DNA-monsters weergegeven met P, Q en R.

afbeelding 14



Uit de DNA-test blijkt dat Doris inderdaad drager is voor sikkelcelziekte.

19(2p) Welk bandenpatroon is dat van het DNA van Doris?

- A** patroon P
- B** patroon Q
- C** patroon R

HPV-vaccinatie

Baarmoederhalskanker is een vorm van kanker die relatief vaak voorkomt bij vrouwen. De ziekte kan zijn veroorzaakt door een infectie met het humaan papillomavirus (HPV). Vroeg of laat lopen bijna alle vrouwen het virus op. HPV wordt vooral overgedragen door seksueel contact. Vaak verloopt een infectie onschuldig, maar sommige typen HPV kunnen baarmoederhalskanker veroorzaken. Vaccinatie van tienermeisjes tegen HPV is een effectieve manier om het ontstaan van baarmoederhalskanker op latere leeftijd tegen te gaan.

De vaccins tegen HPV die beschikbaar zijn, beschermen tegen infectie door verschillende typen HPV. De typen HPV16 en HPV18 veroorzaken samen ongeveer 70 procent van de gevallen van baarmoederhalskanker in Europa.

In 2009 werden voor het eerst meisjes opgeroepen voor de eerste uit een serie van drie vaccinaties tegen HPV.

Het vaccin waarmee de meisjes worden geïnjecteerd, beschermt onder andere tegen HPV18.

20(2p) Waaruit bestaat het tegen HPV18 werkzame deel van dit vaccin?

- A** een deel van het RNA van HPV18
- B** een effectief immunoglobuline tegen HPV18
- C** een manteleiwit van HPV18

21(2p) Welke cellen van het afweersysteem zullen op het vaccin reageren met de vorming van antistoffen?

- A** B-lymfocyten
- B** cytotoxische T-cellen
- C** T-helpercellen

Er is besloten dat in eerste instantie alleen meisjes gevaccineerd worden.

- 22**(2p) - Geef een biologisch argument waarom jongens niet in het vaccinatieprogramma opgenomen zijn.
- Geef een biologisch argument waarom het beter zou zijn om jongens wél in het vaccinatieprogramma op te nemen.

Het kankerverwekkende HPV neemt met een zestal eigen genen de controle over de gastheercel over. Een van die genen codeert voor het eiwit E6. Dat is een eiwit dat tumorsuppressorgenen van de gastheercel remt. Deze tumorsuppressorgenen zorgen bij DNA-schade voor het stoppen van de celcyclus en voor het beginnen van apoptose (geprogrammeerde celdood).

Als een meisje geïnfecteerd is met HPV, kan dat op latere leeftijd leiden tot het ontstaan van baarmoederhalskanker.

- 23**(2p) - Leg uit hoe een HPV-infectie van baarmoederhalscellen kan leiden tot het ontstaan van baarmoederhalskanker.
- Geef een verklaring voor het feit dat baarmoederhalskanker vaak pas op latere leeftijd ontstaat.

Het vaccin tegen HPV 'Cervarix' wordt geproduceerd in insectencellen, met als vector een transgeen baculovirus (een dubbelstrengs DNA-virus).

De insectencellen die gebruikt worden voor de productie van het vaccin, moeten voldoen aan bepaalde voorwaarden. Eigenschappen van cellen kunnen zijn:

- 1 in vitro (buiten het lichaam) in leven te houden;
- 2 in vitro produceren van antistoffen;
- 3 in vitro produceren van antigenen.

- 24**(2p) Welke van deze eigenschappen moeten cellen hebben om geschikt te zijn voor de productie van vaccins?

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

Hartoperatie

In de westerse wereld is hartfalen, een verzamelnaam voor hartziekten waarbij de pompfunctie van het hart tekortschiet, een groot probleem voor de volksgezondheid. Ongeveer een derde van de totale sterfte in Nederland wordt door hart- en vaatziekten veroorzaakt.

Bepaalde lichamelijke verschijnselen duiden op een verhoogd risico, zoals atherosclerose (vroeger ook wel aderverkalking genoemd), en trombose. Als de kransslagader vernauwd is, kan met een bypassoperatie de doorbloeding van het hartspierweefsel worden hersteld. Hiervoor wordt een ander bloedvat als omleiding (bypass) gebruikt. Door de bypass krijgt het hartweefsel achter de vernauwing weer voldoende bloedtoevoer.

Een hartinfarct kan worden veroorzaakt door een combinatie van atherosclerose en trombose.

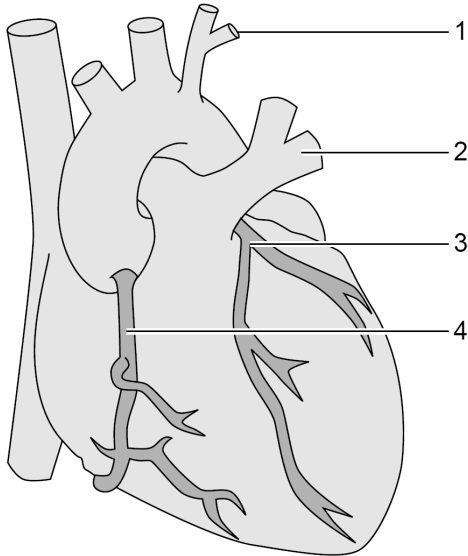
25(3p) Beschrijf hoe deze risicofactoren samen tot een hartinfarct kunnen leiden.

Het type bloedvat dat wordt gebruikt als bypass kan variëren. Van oudsher werd een beenader gebruikt voor de bypass. Sinds een aantal jaren wordt ook de borstwandslagader gebruikt. Het gebruik van de beenader heeft als voordeel de grote lengte van dit bloedvat. Bovendien is de ader gemakkelijk te verwijderen uit het been. Een nadeel is dat er veel atherosclerose kan optreden in een bypass van deze ader, ook al zijn de aderkleppen verwijderd. Daarom gebruikt men de laatste decennia ook slagaders, zoals een borstwandslagader (meestal de linker), als bypass.

26(1p) Noem nog een voordeel van het gebruik van een slagader als bypass.

In afbeelding 15 zijn vier plaatsen aangegeven.

afbeelding 15



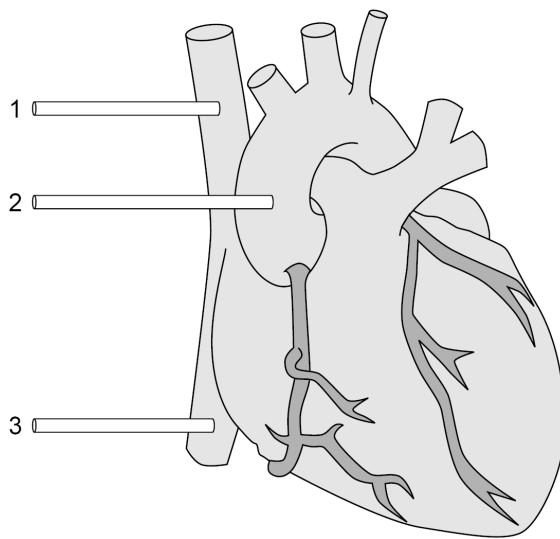
Een patiënt met een vernauwing in het bovenste deel van de rechter kransslagader krijgt een bypass vanuit de linker borstwandslagader.

27(2p) Hoe loopt de verbinding van deze bypass?

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

Tijdens een bypassoperatie kan het bloed van de patiënt door een hart-longmachine worden geleid. De hart-longmachine neemt de functie van hart en longen over: een pomp houdt het bloed in beweging, de bloeddruk en bloedtemperatuur blijven op peil, O₂ wordt toegevoegd en CO₂ afgevoerd. Het hart wordt met behulp van drie slangetjes verbonden met de hart-longmachine. In afbeelding 16 is een hart schematisch afgebeeld met de plaats van deze drie slangetjes.

afbeelding 16



28(2p) Door welk slangetje of door welke slangetjes gaat bloed naar de hart-longmachine toe?

- A** alleen door 1
- B** alleen door 2
- C** alleen door 3
- D** door 1 en 2
- E** door 1 en 3
- F** door 2 en 3

Wanneer een patiënt wordt aangesloten op de hart-longmachine wordt het bloed door plastic slangetjes van en naar de machine geleid. De patiënt wordt voor de aanvang van een hartoperatie met gebruik van de hart-longmachine behandeld met heparine, een stof die de vorming van het trombokinasecomplex afremt. Na afloop van de operatie wordt protamine, een antagonist van heparine, toegediend.

29(2p) - Waarom is het noodzakelijk dat heparine wordt toegediend?

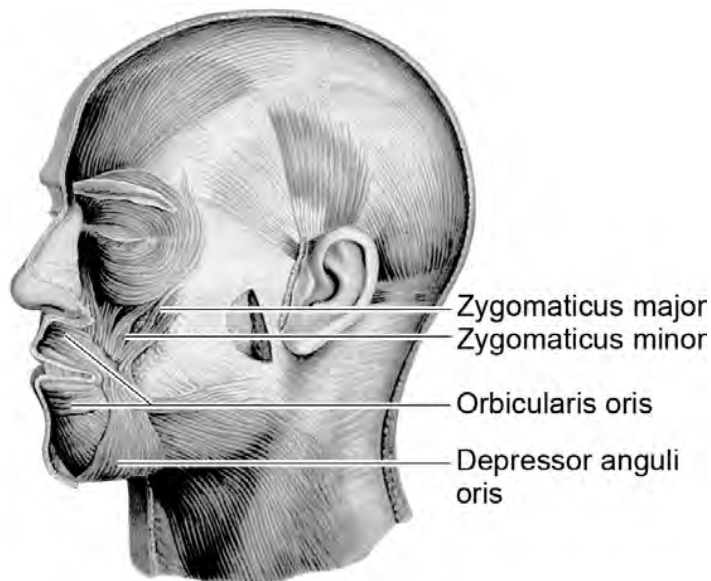
- Waarom moet snel na de operatie protamine worden toegediend?

Lachspieren

Lachen doe je vaak als reactie op een grappige situatie of een grap. Maar ook door het lezen van woorden als 'lachen' en 'grappig' worden de lachspieren geprikkeld. Andersom blijkt dat spieren in de lachstand ervoor zorgen dat je een situatie eerder als grappig beoordeelt. Bij lachtherapie, met als doel stress te verminderen, wordt hiervan gebruikgemaakt.

De belangrijkste lachspier is de grote jukbeenspier *Zygomaticus major* (zie afbeelding 17). Bij contractie van deze spier wordt de mondhoek omhoog getrokken.

afbeelding 17



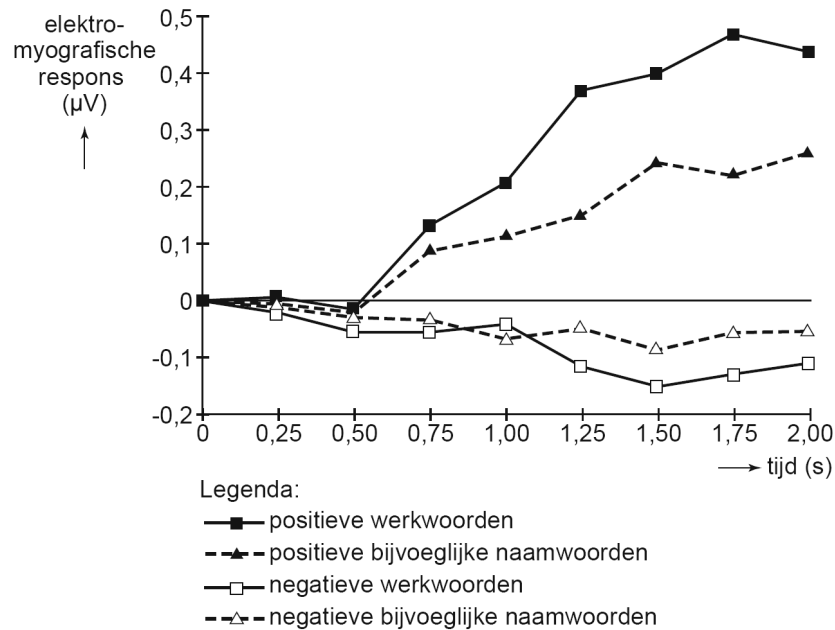
In afbeelding 17 zijn nog drie andere spieren rond de mond benoemd.

30(2p) Welke van deze spieren is de antagonist van de grote jukbeenspier?

- A** de Zygomaticus minor
- B** de Orbicularis oris
- C** de Depressor anguli oris

De sociaalpsychologen Feroni (Universiteit Utrecht) en Semin (Vrije Universiteit Amsterdam) lieten proefpersonen werkwoorden en bijvoeglijke naamwoorden lezen, die aan een positieve emotie ('lachen' of 'blij') of een negatieve emotie ('huilen' of 'verdrietig') gerelateerd zijn. Tegelijkertijd maten ze de veranderingen in de elektrische activiteit van de grote jukbeenspiers. De resultaten van dit onderzoek zijn weergegeven in afbeelding 18. Op tijdstip 0 kregen de proefpersonen een woord te zien.

afbeelding 18



Uit het onderzoek blijkt dat na het lezen van positieve werkwoorden en positieve bijvoeglijke naamwoorden de activiteit van de grote jukbeenspier groter wordt.

31(1p) Geef nog een conclusie die je op basis van het onderzoek ten aanzien van de **positieve** woorden kunt trekken.

De grote jukbeenspier bestaat uit een bepaald type spierweefsel. Enkele kenmerken van spierweefsels zijn:

- 1 de spiercellen zijn met elkaar versmolten tot spiervezels;
- 2 de spiervezels hebben vertakkingen;
- 3 onder de microscoop zijn dwarsbanden zichtbaar.

32(2p) Welke van deze kenmerken zijn van toepassing op het spierweefsel van een jukbeenspier?

- A** alleen 1 en 2
- B** alleen 1 en 3
- C** alleen 2 en 3
- D** 1, 2 en 3

Als je langdurig de slappe lach krijgt, kan er een zuurstoftekort ontstaan in de lachspieren. Dankzij de vorming van melkzuur kan ATP uit de glycolyse gebruikt worden door de spieren om, ondanks het zuurstoftekort, samen te trekken.

33(2p) Welk proces maakt in deze situatie de vorming van ATP mogelijk?

- A** Het tekort aan NAD^+ wordt aangevuld door reductie van melkzuur.
- B** Het tekort aan NAD^+ wordt aangevuld door reductie van pyrodruivenzuur.
- C** Het tekort aan NADH, H^+ wordt aangevuld door oxidatie van melkzuur.
- D** Het tekort aan NADH, H^+ wordt aangevuld door oxidatie van pyrodruivenzuur

Verzuring van spieren kan de zuurstofafgifte vanuit het bloed stimuleren. Hiervoor worden twee verklaringen gegeven:

- 1 Bij verzuring van het bloed verschuift het evenwicht $\text{Hb} + \text{O}_2 \rightleftharpoons \text{HbO}_2$ naar links;
- 2 Door een lage pH van het bloed stijgt de ademfrequentie waardoor er meer zuurstof wordt aangevoerd.

34(2p) Welke van deze verklaringen is of welke zijn juist?

- A** geen van beide
- B** alleen 1
- C** alleen 2
- D** beide

De slogan 'Lach en je bent blij' vormt de basis van lachtherapie. Daarbij ga je heel bewust lachen met als doel je goed te voelen.

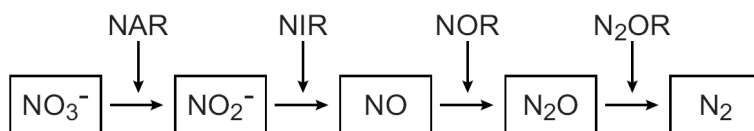
- 35(2p)** – In welk gebied in de grote hersenen ontstaan de impulsen die de lachspieren aansturen?
- In welk gebied in de grote hersenen eindigen impulsbanen die registreren dat je aan het lachen bent?

Bemesting en bacteriën

Bemesting van landbouwgronden kan leiden tot een verhoogde uitstoot van lachgas (N_2O). Dat is nadelig voor zowel de akkerbouw als het milieu, want deze uitgestoten stikstof komt niet meer ten goede aan de gewassen. Lachgas wordt gevormd bij denitrificatie door bepaalde bacteriën en schimmels.

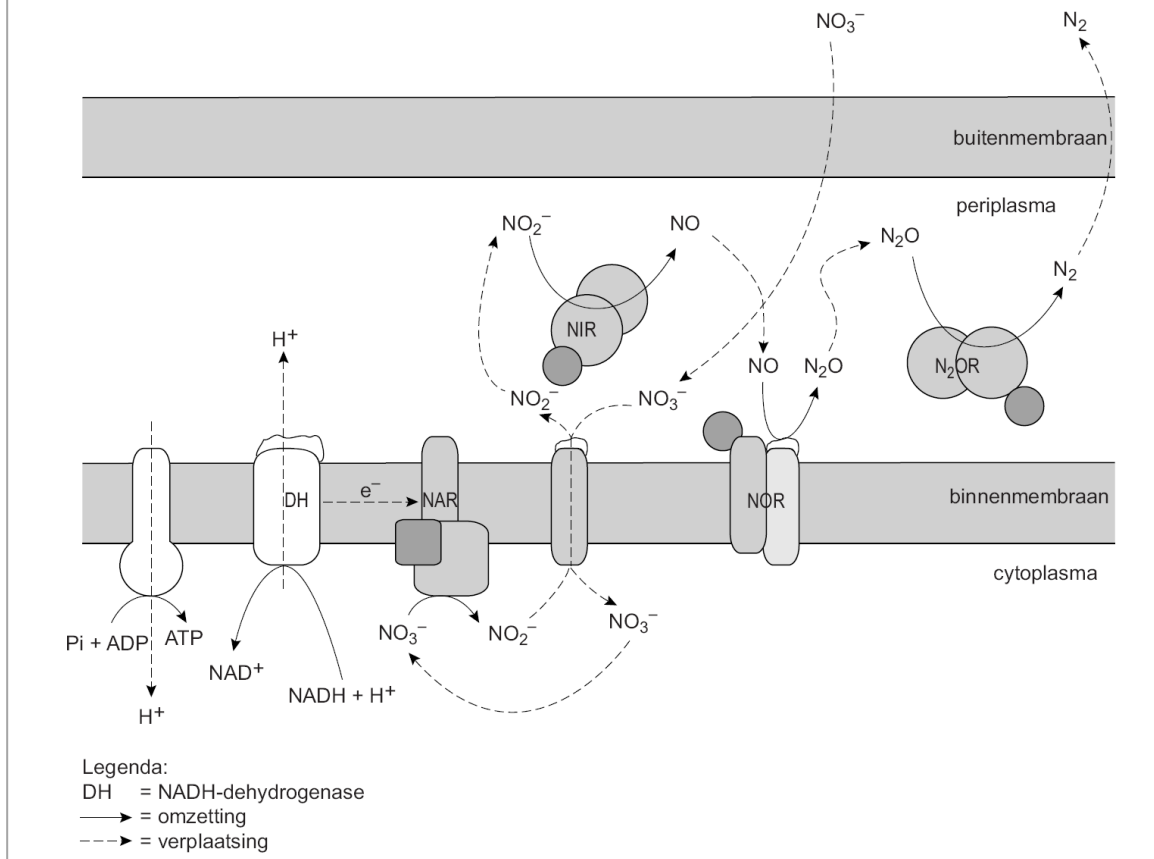
Bacteriën, zoals *Pseudomonas stutzeri*, kunnen nitraat reduceren tot N_2 volgens het reactieschema in afbeelding 19. De deelreacties in deze bacteriën worden gekatalyseerd door de enzymcomplexen NAR, NIR, NOR en N_2OR .

afbeelding 19



Tijdens de reductie van nitraat door bepaalde bacteriën worden elektronen vanuit NADH doorgegeven aan verschillende enzymen. Dit in het binnenste celmembraan gelegen complex van enzymen (zie afbeelding 20) wordt de nitraat-elektronentransportketen genoemd. De elektronen komen uiteindelijk in N_2 terecht, tussen het binnen- en buitenmembraan (periplasma) van deze bacteriën.

afbeelding 20



36(2p) Leg uit, aan de hand van afbeelding 20, hoe met behulp van het enzym NADH-dehydrogenase energie beschikbaar komt in deze bacteriën.

Bacteriën en schimmels met een nitraat-elektronentransportketen die het enzymcomplex NIR missen, zouden bij hun energievoorziening geholpen kunnen worden door de nabijheid van andere micro-organismen.

37(2p) Welke groep micro-organismen is dat, en waaruit bestaat die hulp?

- A** nitraatbacteriën, ze zetten nitraat om in nitriet
- B** nitraatbacteriën, ze zetten nitriet om in nitraat
- C** nitrietbacteriën, ze zetten nitraat om in nitriet
- D** nitrietbacteriën, ze zetten nitriet om in nitraat

afbeelding 21

Als alternatief voor het uitstrooien van stikstofverbindingen kunnen akkers ook worden bemest door groenbemesting: vlinderbloemige planten met wortelknolletjes (zie afbeelding 21) telen en deze na de groei onderploegen. Over het algemeen wordt aangenomen dat dit een duurzame manier van bemesten is.



38(2p) Leg uit hoe groenbemesting de opbrengst van akkers kan verhogen.

39(1p) Waarom wordt groenbemesting over het algemeen als duurzamer beschouwd dan bemesting door uitstrooien van kunstmest met stikstofverbindingen?