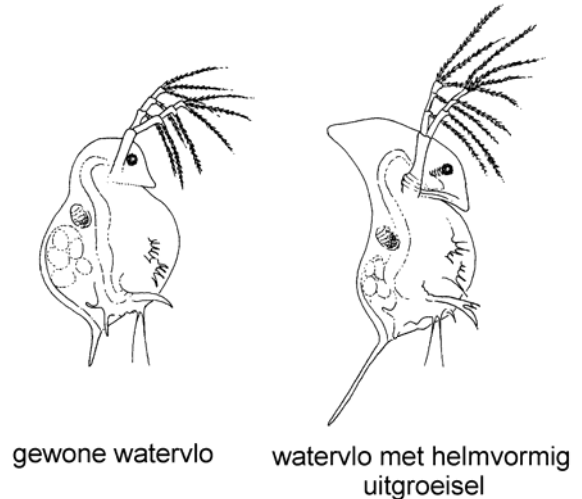


Tenzij anders vermeld, is er sprake van normale situaties en gezonde organismen.

Watervlooien netwerken

Lang is gedacht dat organismen in een ecosysteem alleen voedselrelaties onderhouden. In werkelijkheid is er ook sprake van een informatienetwerk. Zo ontdekte de Amsterdamse ecooloog Joop Ringelberg dat er chemische interactie plaatsvindt tussen vissen en zoöplankton, waaronder de watervlo. Verschillende predators van watervlooien zoals het bootsmannetje (een soort wants) en het vetje (een soort vis) geven 'infochemicaliën' af aan het water. Deze stoffen leiden bij watervlooien onder andere tot de vorming van een helmvormig uitgroeiselsel, waardoor ze minder makkelijk gegeten kunnen worden.



- 2p 1 Leg uit hoe infochemicaliën processen in de celkernen kunnen beïnvloeden, waardoor de ontwikkeling van een helmvormig uitgroeiselsel bij watervlooien tot stand komt.

Op hun beurt vermijden organismen van een fytoplanktonsoort, *Gonyostomum semen*, contact met watervlooien. Deze algen overwinteren op de bodem van een meer. In het voorjaar komen zij naar de bovenste waterlaag. Zij kunnen zich stevig vasthechten op de menselijke huid en flinke jeuk veroorzaken.

- 2p 2 Welke organismen, afgezien van de algen, kan men het beste wegvangen om in zwemwater een algenplaag te bestrijden? Leg je antwoord uit.

Watervlooien kunnen ook een bepaalde schimmelinfectie van algen voorkomen. Deze schimmel vormt vrijzwemmende eencellige sporen. Voordat zo'n spore zich vasthecht aan een alg, kan de spore worden opgegeten door een watervlo. De watervlo kan ook de algen eten, maar alleen als deze eencellig zijn. Als een alg zich deelt tot een samenhangende kolonie, wordt hij te groot voor de watervlooien en zal na sterfte, bijvoorbeeld ten gevolge van een schimmelinfectie, naar de bodem zakken.

Via de schimmels stromen de voedingsstoffen uit algenkolonies op twee manieren door in het voedselweb.

- 2p 3 Beschrijf (of teken) stapsgewijs de twee routes waarlangs stoffen uit algenkolonies via de schimmels uiteindelijk bij vissen terechtkomen.

Foetale bloedsomloop

In de tabel is de doorstroomsnelheid gegeven van het bloed in enkele delen van de bloedsomloop van een foetus.

	doorstroomsnelheid bloed in $\text{mL min}^{-1} \text{kg}^{-1}$ lichaamsgewicht
bovenste holle ader	78
onderste holle ader	182
rechterkamer	169
longaders (samen)	13

- 2p **4** Hoeveel milliliter bloed stroomt per minuut vanuit de linkerkamer direct in de aorta bij een ongeboren baby met een gewicht van 3 kilogram?
- A** 91
B 104
C 156
D 273
E 312

De zuurstofverzadiging van het bloed is onder andere afhankelijk van de zuurstofdruk. De zuurstofverzadigingskromme van het hemoglobine van een aanstaande moeder heeft een ander verloop dan die van het foetale Hb van haar ongeboren kind. Bij een lage $p\text{O}_2$ (lager dan 2 kPa) of een hoge $p\text{O}_2$ (hoger dan 10 kPa) is er nauwelijks verschil, maar in het traject daartussen wél.

- 2p **5**
- Is in dit traject (tussen een $p\text{O}_2$ van 2 kPa en een $p\text{O}_2$ van 10 kPa) de O_2 -verzadiging van het bloed van de aanstaande moeder groter of kleiner dan die van het bloed van haar ongeboren kind?
 - Leg uit wat het belang daarvan is.

Gedurende de groei van de foetus is een ongestoorde ontwikkeling van het zenuwstelsel, met name van de hersenen, essentieel. Daarvoor is een goede aanvoer van zuurstof een vereiste.

- 2p **6** Op welke manier wordt bij de foetus de zuurstofvoorziening van de hersenen bevoordeeld ten opzichte van die van andere organen?
- A** Doordat de halsslagaders aftakken van de aorta vóór de plaats waar longslagader en aorta met elkaar verbonden zijn.
B Doordat de halsslagaders meer bloed uit de rechterkamer ontvangen dan uit de linkerkamer.
C Doordat de halsslagaders tezamen een grotere doorsnede hebben dan de aorta.
D Doordat het bloed in de halsslagaders niet met zuurstofarm bloed gemengd is.

Na de geboorte van een baby past de bloedsomloop zich aan aan de nieuwe situatie. De weerstand in de longvaten vermindert en daarmee die in de rechter harthelft. De spieren in de linkerharthelft worden sterker. Als het foramen ovale dan niet volledig sluit, kan er bloed van de linker naar de rechter boezem stromen. Enkele afwijkingen zijn:

- 1 een hogere bloeddruk dan normaal in de longslagader;
 - 2 een lagere pO_2 dan normaal in de longslagader.
- 2p 7 Welke van deze afwijkingen kan of welke kunnen een gevolg zijn van het onvolledig sluiten van het foramen ovale?
- A geen van beide
 - B alleen 1
 - C alleen 2
 - D zowel 1 als 2

Maagzweer

Veel mensen die een maagzweer hebben, weten erover mee te praten: de eenmaal in het maagslijmvlies ingenestelde bacterie *Helicobacter pylori* raak je niet zo makkelijk kwijt.

- Wanneer *H. pylori* zich heeft gevestigd in het maagslijmvlies heeft de aspecifieke afweer in het maagdarmkanaal onvoldoende gewerkt.
- 2p 8 Noem twee manieren waarop de aspecifieke afweer een maaginfectie door bacteriën kan voorkomen.

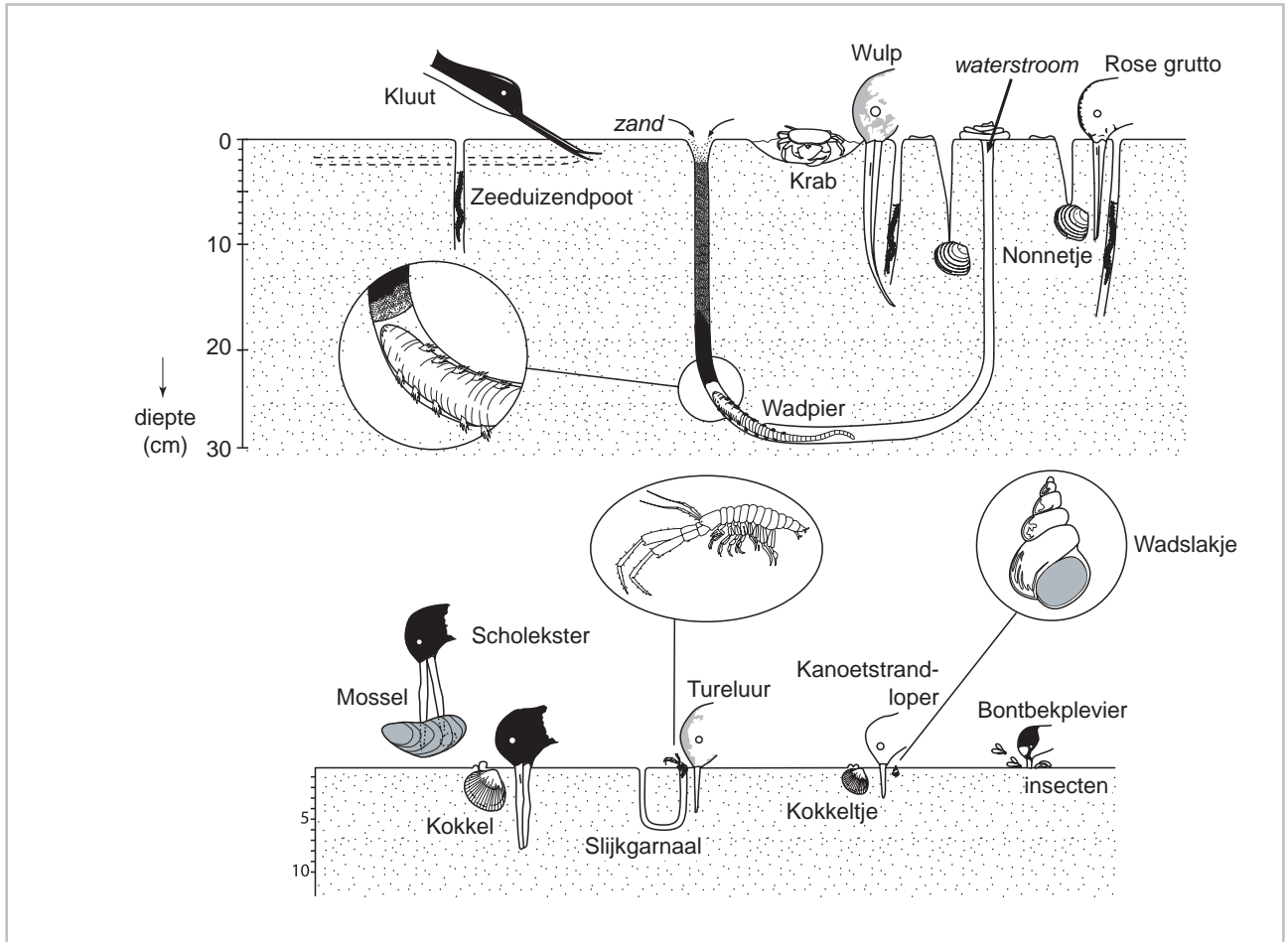
- Activiteit van het immuunsysteem leidt tot de productie van een IgG, de antistof die wijst op een infectie met *H. pylori*.
- 2p 9 Welke cellen produceren dit IgG en door welk type stoffen wordt de productie van IgG gereguleerd?

	cellen	stoffen
A	B-lymfocyten	antigenen
B	B-lymfocyten	cytokinen
C	macrofagen	antigenen
D	macrofagen	cytokinen
E	T-lymfocyten	antigenen
F	T-lymfocyten	cytokinen

- De bacterie *H. pylori* kan van mens op mens worden overgedragen.
- 1p 10 Beschrijf een route waarlangs de overdracht van *H. pylori* van mens op mens plaatsvindt.

Voedselrelaties in de waddenzee

De relatie tussen een aantal vogels en bepaalde ongewervelden in het waddengebied is in onderstaande tekeningen weergegeven.



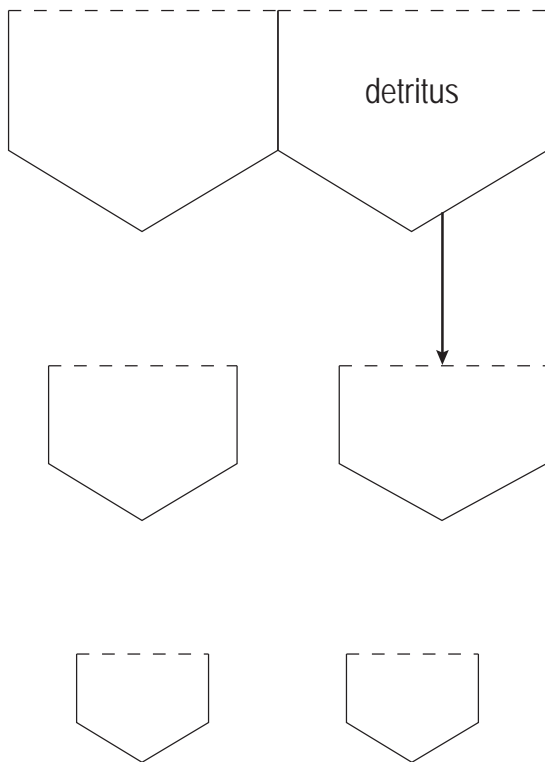
De voedselketens in de waddenzee kunnen in twee typen worden onderscheiden. Het ene type begint met levende planten, het andere met plantaardige detritus (dood organisch materiaal).

In de uitwerkbijlage zijn beide energiestromen getekend in de vorm van een aantal vijfhoekige vakken. Op verschillende plaatsen vindt overdracht van stoffen binnen en tussen beide hoofdstromen plaats. Wanneer die overdracht in de vorm van pijlen worden toegevoegd, ontstaat een schema van een voedselweb.

- 3p 11 Maak dit schema in de uitwerkbijlage als volgt compleet:
- Zet de namen van de volgende zes groepen organismen op een juiste plaats in de vakken: algen, bacteriën, schelpdieren, schimmels, vogels, wormen.
 - Verbind de vakken waartussen overdracht van organisch materiaal plaatsvindt met pijlen. Noteer ten minste zeven nieuwe pijlen.

uitwerkbijlage

11



Kleurenblindheid bij meisjes

In Oslo werden 18121 schoolkinderen op het voorkomen van kleurenblindheid onderzocht. In de tabel is een deel van de resultaten van dit onderzoek weergegeven.

	aantal jongens	aantal meisjes
niet kleurenblind	8324	?
kleurenblind	725	?
totaal	9049	9072

Als aangenomen wordt dat het een monogene (door één gen veroorzaakte) eigenschap betreft en dat het gen recessief en X-chromosomaal is, kan op grond van de frequentie van kleurenblindheid bij de jongens het aantal kleurenblinde meisjes in de onderzoeksgroep voorspeld worden.

2p **12** Hoeveel meisjes in de onderzochte groep zullen naar verwachting kleurenblind zijn?

- A 58
- B 242
- C 275
- D 362
- E 567
- F 727

Het aantal kleurenblinde meisjes bleek significant lager te zijn dan verwacht. Een hypothese die een verklaring geeft voor het verschil tussen het aantal kleurenblinde meisjes dat werd verwacht en het aantal dat werd waargenomen luidt: "Het allel voor kleurenblindheid leidt bij afwezigheid van het Y-chromosoom in het chromosomenpakket tot verminderde levensvatbaarheid". Om deze hypothese te toetsen kun je onderzoek doen naar de verhouding tussen het aantal jongens en het aantal meisjes in een grote groep gezinnen waarin kleurenblindheid voorkomt. Als in deze gezinnen het aantal dochters naar verhouding niet minder is dan in gezinnen waarin kleurenblindheid niet voorkomt, wordt de hypothese verworpen.

Gekozen kan worden uit de volgende gezinnen:

- 1 gezinnen met een kleurenblinde vader;
- 2 gezinnen met een kleurenblinde moeder;
- 3 gezinnen met ten minste een zoon die kleurenblind is;
- 4 gezinnen met ten minste een dochter die kleurenblind is.

2p **13** Welke van deze gezinnen zijn geschikt als onderzoeksgroep?

- A alleen gezinnen uit groep 1 en 2
- B alleen gezinnen uit groep 3 en 4
- C alleen gezinnen uit groep 1 en 3
- D alleen gezinnen uit groep 2 en 4
- E alle vier de groepen zijn geschikt

Uit nader onderzoek bleek dat er twee genen, G en R, elk op een eigen locus van het X-chromosoom, bij het kleurenzien betrokken zijn. Het mutantgen g leidt tot groenblindheid en het mutantgen r tot roodblindheid.

Bij jongens zijn er met betrekking tot deze genen vier verschillende genotypen mogelijk, waarvan drie een vorm van kleurenblindheid tot gevolg hebben.

- 2p 14 Hoeveel verschillende genotypen met betrekking tot deze genen zijn er mogelijk bij meisjes en hoeveel van die genotypen leiden tot een vorm van kleurenblindheid?

	aantal genotypen	een vorm van kleurenblindheid
A	4	een
B	8	drie
C	8	vijf
D	9	drie
E	9	vijf
F	9	zeven

Fitness

Met fitness wordt in de biologie bedoeld het vermogen van ‘genotypen’ om hun allelen naar de volgende generatie over te dragen. De fitness wordt uitgedrukt in een getal kleiner of gelijk aan één.

Eén van de factoren die van invloed zijn op de fitness bij dieren is het aantal nakomelingen per legsel (eierleggende dieren) of worp (levendbarende dieren).

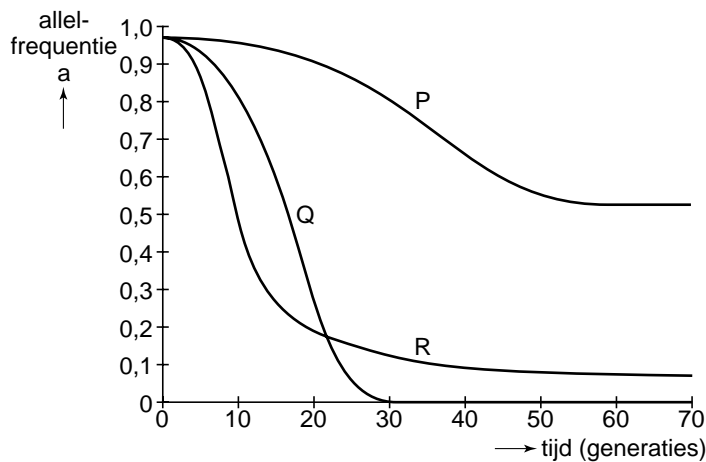
2p **15** Noem nog twee andere factoren die de fitness bij dieren kunnen beïnvloeden.

In een populatie komen de genotypen AA, Aa en aa in een bepaalde verhouding voor, maar neemt door selectie de frequentie van het allel a af.

Er zijn drie mogelijke selectiemodellen:

- 1 Genotype AA heeft de hoogste fitness en er vindt alleen selectie plaats tegen aa;
- 2 Genotype AA heeft de hoogste fitness en er vindt selectie plaats zowel tegen Aa als tegen aa;
- 3 Genotype Aa heeft de hoogste fitness en er vindt selectie plaats zowel tegen AA als tegen aa.

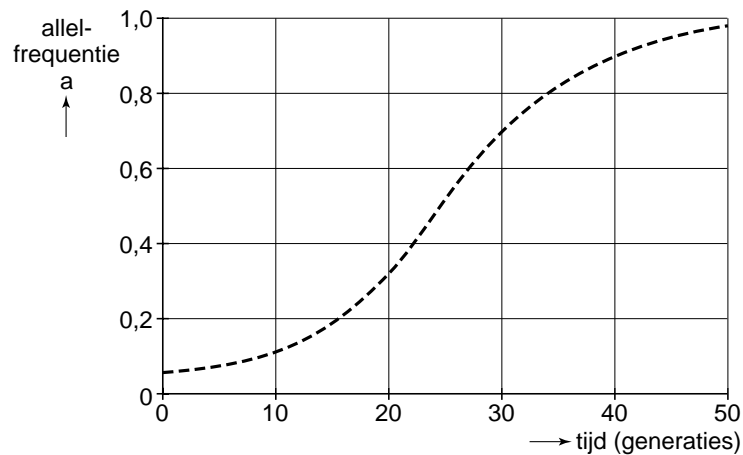
In onderstaand diagram geven de drie grafieken de afname van de frequentie van het allel a weer in drie populaties: P, Q en R.



2p **16** Welke grafiek hoort bij welk selectiemodel?

	grafiek P	grafiek Q	grafiek R
A	model 1	model 2	model 3
B	model 1	model 3	model 2
C	model 2	model 1	model 3
D	model 2	model 3	model 1
E	model 3	model 1	model 2
F	model 3	model 2	model 1

Als de omstandigheden zodanig veranderen dat de fitness van genotype aa (W_{aa}) groter wordt dan die van de genotypes Aa (W_{Aa}) en AA (W_{AA}), kan de frequentie van allel a, als zij niet al te laag was, sterk stijgen in een populatie. In onderstaande afbeelding is de frequentie van allel a gedurende vijftig generaties weergegeven bij de fitnesswaarden $W_{AA} = 0,8$, $W_{Aa} = 0,8$ en $W_{aa} = 1,0$.

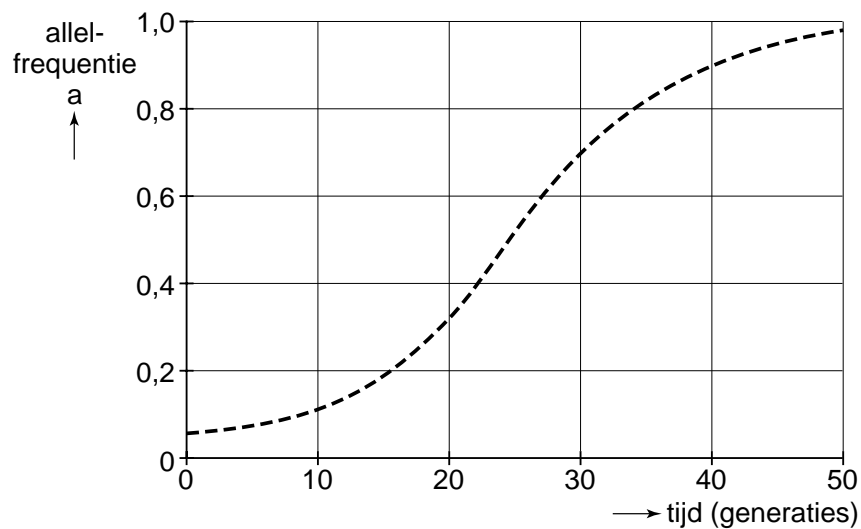


In de uitwerkbijlage is dit diagram nogmaals weergegeven.

- 3p 17 – Teken hierin een grafiek die het verloop van de frequentie van allel A weergeeft.
- Voeg een legenda toe.

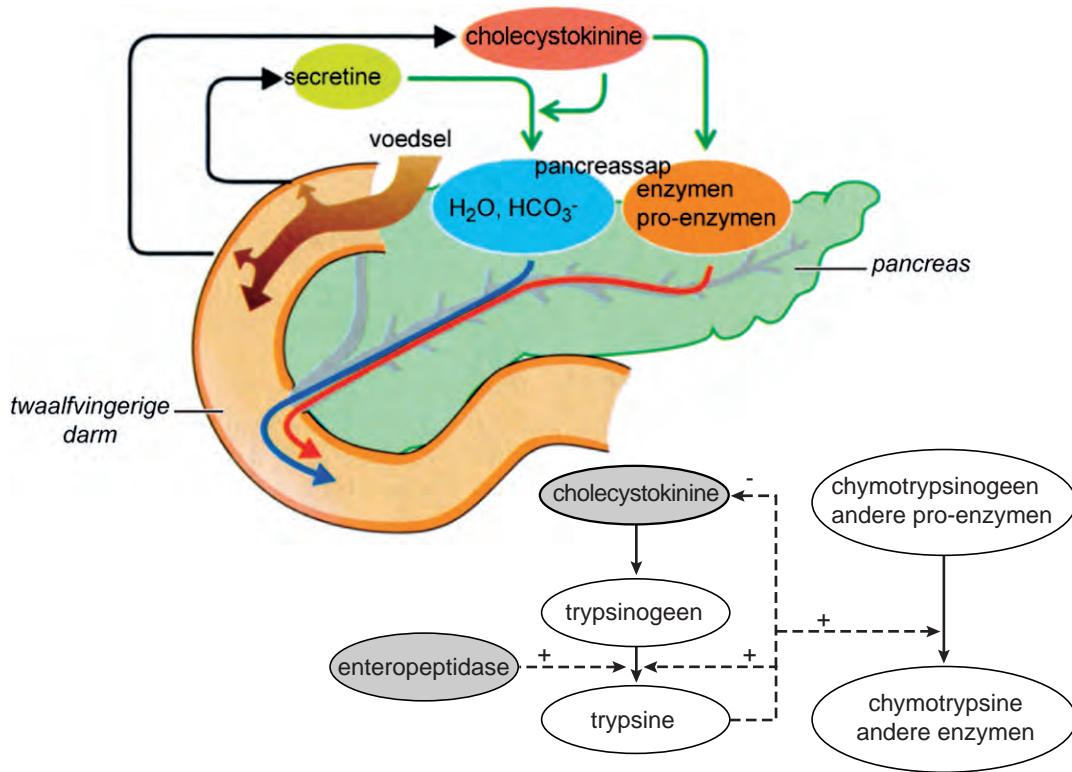
uitwerkbijlage

17



Pancreasenzymen

De alvleesklier (pancreas) produceert verschillende hydrolytische enzymen. In de afbeelding is de regulatie van de pancreassapsecretie weergegeven.



Pancreassap bevat naast het onmisbare HCO₃⁻ en actieve enzymen, ook een groot aantal inactieve enzymen. Van deze pro-enzymen vervult trypsinogeen een sleutelrol. Zodra trypsinogeen in de twalfvingerige darm komt, wordt het geactiveerd door het daar aanwezige enteropeptidase. Het geactiveerde trypsine activeert vervolgens een aantal andere pro-enzymen, zoals chymotrypsinogeen.

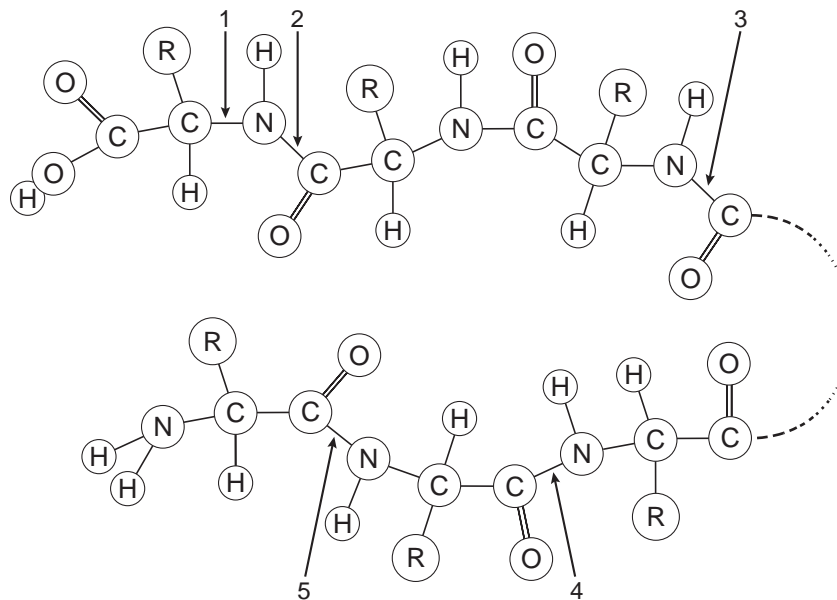
- 1p **18** Een bestanddeel van pancreassap is HCO₃⁻.
Welke functie heeft dit bestanddeel in de twalfvingerige darm?

Enzymen die in actieve vorm worden geproduceerd in de pancreas zijn onder andere α -amylase en triacylglycerol-lipase. Inactieve enzymen zijn bijvoorbeeld pro-carboxypeptidasen en pro-fosfolipase.

- 2p **19** – Leg uit waarom fosfolipase niet in actieve vorm geproduceerd wordt.
– Leg uit waarom dat bij α -amylase wel mogelijk is.

De pancreas produceert **endopeptidasen** en twee typen **exopeptidasen**: carboxypeptidasen en aminopeptidasen.

In onderstaande afbeelding is de structuur van de twee uiteinden van een polypeptidemolecuul weergegeven. Vijf plaatsen zijn met een genummerde pijl aangegeven.



2p **20** Op welke van deze plaatsen kan een carboxypeptidase de peptidebinding verbreken?

- A** alleen op plaats 1
- B** alleen op plaats 2
- C** alleen op plaats 5
- D** alleen op plaats 3 en 4
- E** alleen op plaats 2 en 5

Biobrandstof

De Nederlandse overheid wil het gebruik van biobrandstof stimuleren, niet alleen voor verbrandingsmotoren maar ook voor elektriciteitsproductie. Biobrandstof is een brandstof die uit biomassa verkregen wordt. Bekende autobrandstoffen zijn bio-ethanol uit plantaardige suikers en biodiesel uit plantaardige oliën.

- 1p **21** Noem een milieuvoordeel van het produceren van autobrandstof uit biomassa in plaats van uit aardolie.

Bij de huidige commerciële productieprocessen van bio-ethanol zijn koolhydraten uit suikerrijke voedingsgewassen, zoals suikerriet, suikerbieten en uien, de grondstof voor het vergistingsproces.

Zetmeel kan niet rechtstreeks tot ethanol vergist worden doordat gisten alleen enzymen bezitten voor de omzetting van mono- en disachariden. Toch worden steeds meer zetmeelrijke plantendelen als grondstof gebruikt voor de productie van bio-ethanol. In een voorbehandeling vindt dan de omzetting van zetmeel tot suikers plaats. Hieronder is in vier stappen de omzetting van zetmeel uit graan in bio-ethanol schematisch weergegeven.



Tijdens het proces worden enzymen en gist toegevoegd.

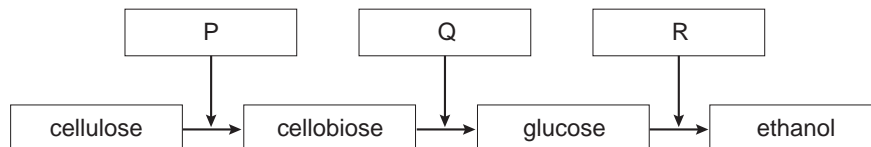
- 2p **22** Bij welke van de genummerde stappen in het proces worden bepaalde enzymen toegevoegd en bij welke wordt gist toegevoegd?

	enzymen	gist
A	alleen 2	alleen 3
B	alleen 2	2 en 3
C	alleen 3	alleen 2
D	alleen 3	2 en 3
E	2 en 3	alleen 2
F	2 en 3	alleen 3

Veel onderzoek is gericht op het benutten van (afval)hout en andere celluloserijke biomassa voor de productie van ethanol. De omzetting van cellulose is veel moeilijker dan de omzetting van zetmeel. Bij de afbraak van cellulose ontstaat het disaccharide cellobiose dat vervolgens tot glucose wordt afgebroken.

Een belangrijke verbetering in het productieproces van ethanol uit cellulose werd gerealiseerd door de omzetting van cellulose, cellobiose en glucose gelijktijdig in hetzelfde vat te laten plaatsvinden. Deze gecombineerde procesgang wordt SSF (simultaneous saccharification and fermentation) genoemd. Als de deelprocessen in verschillende vaten gescheiden plaatsvinden, treedt productinhibitie op die bij SSF minder groot is.

Hieronder zijn de genoemde omzettingen schematisch weergegeven. De werkzame enzymen zijn met de letters P, Q en R aangeduid.



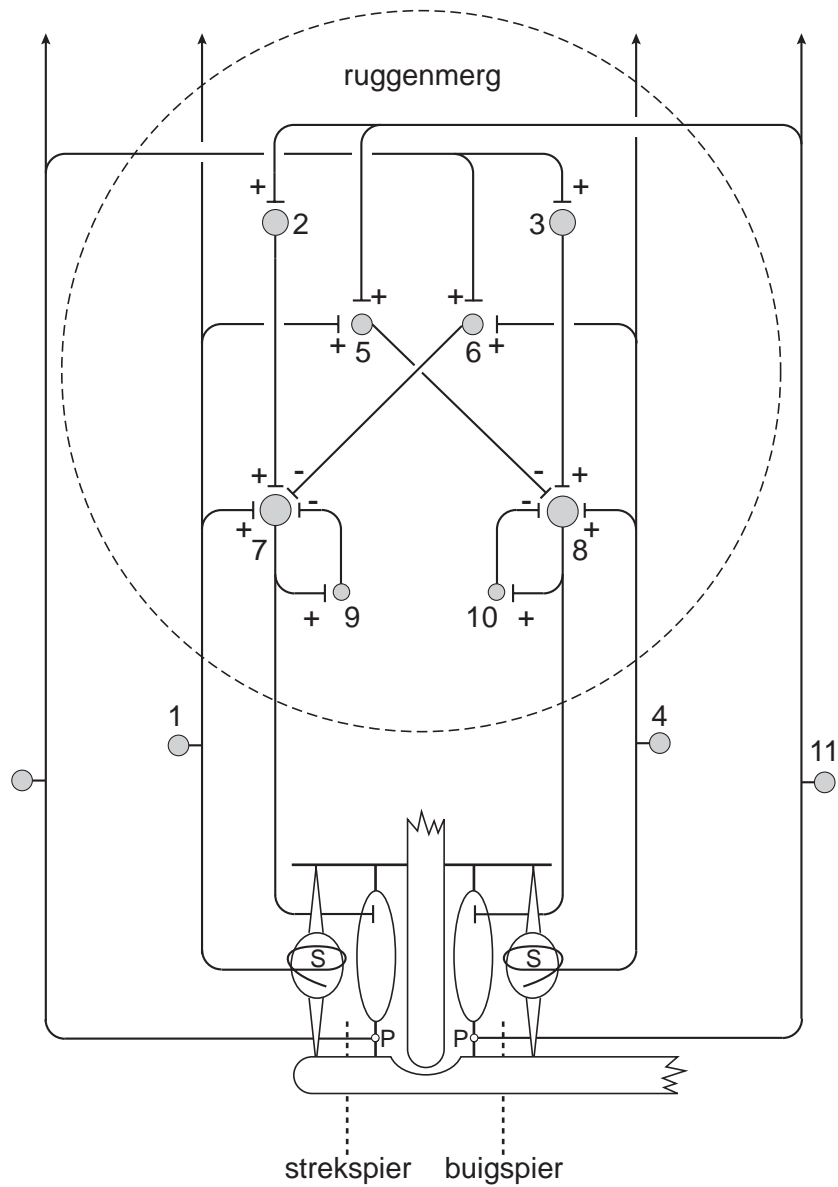
- 2p **23** – Geef een voorbeeld van productinhibitie die in een van de in de afbeelding aangegeven deelprocessen tot remming zal leiden, maar die bij SSF minder optreedt.
- Leg uit waardoor deze productinhibitie bij SSF minder optreedt.


Een voordeel van het gebruik van celluloserijke biomassa in plaats van zetmeelrijke biomassa bij de productie van bio-ethanol is dat het goedkoper is.

- 1p **24** Wat is een ander belangrijk voordeel van het gebruik van celluloserijke biomassa in plaats van zetmeelrijke biomassa bij de productie van bio-ethanol?

Spijerreflex

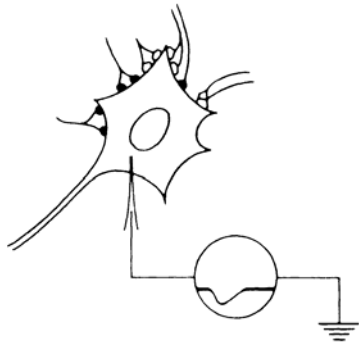
In de afbeelding is in een schema de schakeling weergegeven van een aantal neuronen die verbonden zijn met de buigspier en de strekspier van het onderbeen. Enkele neuronen zijn ter hoogte van het cellichaam genummerd. De peessensoren en spierspoeltjes reageren op uitrekking.



legenda:
 S = spierspoel
 P = peessensor
 = synaps

- Om de spierreflex op te wekken wordt een tik gegeven op de kniepees vlak onder de knie. Het onderbeen wijpt in reactie daarop even omhoog.
- 2p **25** Welke van de genummerde neuronen in het schema van bovenstaande afbeelding geven bij deze reflex transmitterstof af?
- A alleen 1 en 5
 - B alleen 4 en 6
 - C alleen 1, 5 en 8
 - D alleen 1, 5, 7 en 9
 - E alleen 4, 6, 8 en 10
 - F 1, 2, 5, 7 en 9

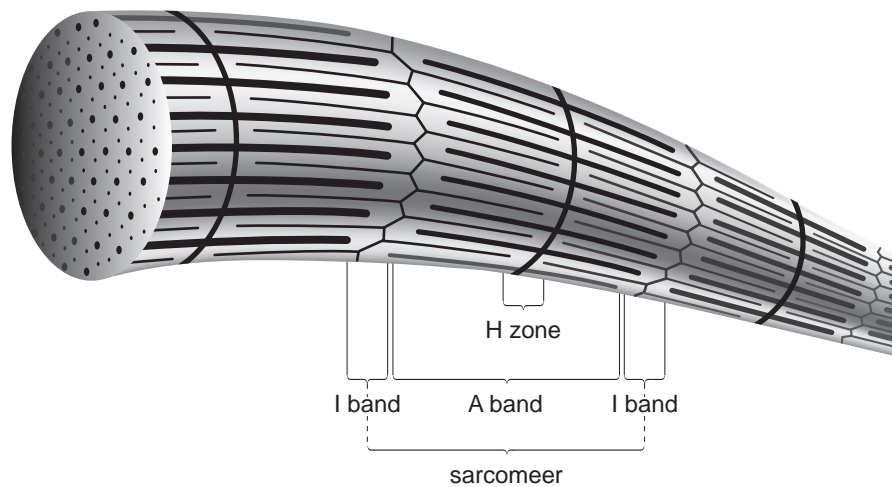
In de volgende afbeelding is het cellichaam van neuron 7 uit de afbeelding op bladzijde 14 met een aantal uitlopers van andere neuronen schematisch afgebeeld. Via een potentiaalmeter wordt op een bepaald moment de uitslag gemeten zoals in de tekening is weergegeven.



- 2p **26** Door prikkeling van welk neuron of welke neuronen in de afbeelding op bladzijde 14 kan deze uitslag zijn veroorzaakt?
- A alleen door neuron 6
 - B alleen door neuron 7
 - C alleen door neuron 6 en door 9
 - D alleen door neuron 2 en door 7
 - E door de neuronen 2, 6, 7 en door 9

- Een sporter krijgt tijdens een wedstrijd kramp in de buigspier. De kramp kan worden verminderd door het been krachtig te strekken.
- 2p **27** Leg uit aan de hand van de schakelingen in de afbeelding op bladzijde 14, waardoor de kramp dan afneemt.

Tijdens samentrekking van een spiervezel bewegen actine- en myosinefilamenten langs elkaar. Daardoor verandert de positie van de H-band, A-band en I-band (zie onderstaande afbeelding) in een sarcomeer.



- 2p **28** Welke veranderingen treden tijdens samentrekking van de spiervezel op in de lengte van deze drie banden?
- A** H, A en I worden alle drie smaller
 - B** H en A worden smaller, I blijft gelijk
 - C** H wordt smaller, A blijft gelijk en I wordt smaller
 - D** H blijft gelijk, A en I worden smaller
 - E** H wordt smaller, A en I blijven gelijk

Mitochondriaal DNA

DNA komt in verschillende organellen voor. De grootste hoeveelheid DNA bevindt zich in de kern (kDNA), maar het komt ook voor in de mitochondriën (mtDNA) en bij planten in de chloroplasten (cDNA). Het mtDNA en cDNA worden onafhankelijk van het chromosomale kDNA vermenigvuldigd en overgedragen op dochtercellen.

Om slachtoffers bij een ramp te identificeren kan het DNA van het slachtoffer vergeleken worden met dat van (de vermoedelijke) familieleden. Voor een identificatie aan de hand van mtDNA van een bepaald slachtoffer zijn beschikbaar:

- 1 een zus;
- 2 een broer;
- 3 een zoon van een zus van zijn moeder;
- 4 een dochter van een zus van zijn vader;
- 5 een zus van zijn vader;
- 6 een broer van zijn moeder.

- 2p **29** Welke van deze familieleden zijn geschikt voor de identificatie van dit slachtoffer aan de hand van het mtDNA?
- A** alleen 1 en 2
 - B** alleen 1 en 4
 - C** alleen 2 en 3
 - D** alleen 1, 2, 3 en 6
 - E** alleen 1, 2, 5 en 6

Bij mensen verandert het DNA in de kern en in de mitochondriën voortdurend, onder andere door mutatie. Meestal heeft dit geen gevolgen voor het functioneren van de desbetreffende cel, ook al is een van de genen in het kDNA of het mtDNA zodanig veranderd dat een bepaald enzym niet meer gevormd kan worden.

- 2p **30**
- Leg uit waardoor een dergelijke mutatie in het kDNA voor de desbetreffende cel geen problemen hoeft op te leveren.
 - Leg uit waardoor een dergelijke mutatie in het mtDNA van een mitochondrium voor de desbetreffende cel geen problemen hoeft op te leveren.

Rotganzen op Schiermonnikoog

Het Waddeneiland Schiermonnikoog ligt niet vast op zijn plek; de zee slaat zand weg aan de Noordzeekant maar laat ook zand achter aan de oostkant van het eiland en vormt daar de kwelder. Bij de ontwikkeling van de kwelder blijken hazen een sleutelrol te spelen. De rotganzen die op de kwelder grazen, hebben daar voordeel van.

Planten die zijn aangepast aan het zoute water zorgen voor het vastleggen van het zand en dragen zo bij aan de groei van de kwelder. Tijdens overstromingen zet de zee dunne laagjes klei af op de zandige ondergrond. Op een honderd jaar oude kwelder ligt een laag van wel vijftien centimeter. Steeds meer plantensoorten groeien er op de ouder wordende kwelder. Op de jonge kwelder kunnen zeekraal en gerande schijnspurrie het hoofd net boven water houden, ze worden opgevolgd door een lage vegetatie van zilte rus, zeeweegebree en kweldergras. Enige tientallen jaren later groeien er struikachtige planten als zoutmelde en zeealsem. Naast insecten en bodemdierpjes zijn er grazers actief zoals haas, konijn en verschillende soorten ganzen.

- 2p 31 – Uit de tekst is een aantal kenmerken van successie af te leiden.
- Schrijf twee algemene kenmerken van successie op waarvan in de tekst een voorbeeld wordt gegeven.
 - Noteer bij beide kenmerken de regelnummers in de tekst waarin je een voorbeeld van deze kenmerken aantreft.

Konijnen zijn vooral actief in de duinen, hazen in duin en kwelder en de ganzen grazen vooral op de kwelder. Hazen eten -net als de ganzen- bij voorkeur vers kweldergras, maar dragen bij aan het vertragen van de successie door in een bepaalde tijd over te stappen op een andere voedselbron. Onderzocht is wat de invloed van de haas is op de groei van zoutmelde en op de aantallen rotganzen op de kwelder. De resultaten zijn in de volgende twee diagrammen weergegeven.

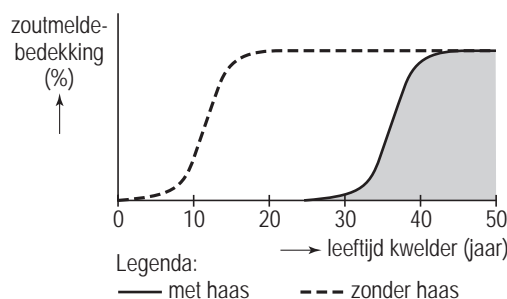


diagram 1

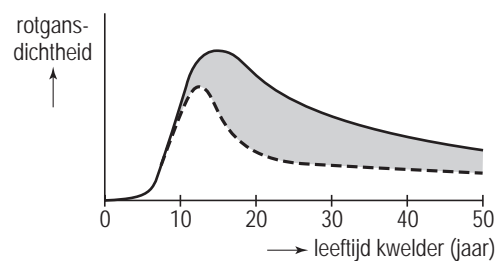


diagram 2

- 3p 32 Geef aan de hand van deze twee diagrammen een verklaring voor de invloed van de haas op de rotgansdichtheid.

- Een veldonderzoek heeft geleid tot de resultaten die in diagram 2 zijn weergegeven.
- 3p **33** Beschrijf in maximaal drie zinnen hoe dit veldonderzoek concreet zal zijn uitgevoerd.

- De rotganzen bezoeken Schiermonnikoog in het voorjaar en trekken daarna weldoorvoed naar het noorden om te gaan nestelen. Ze grazen overdag. De hazen wagen zich in die periode pas in de avonduren op de kwelder om te grazen. Wanneer onderzoekers een plek alleen tegen ganzen afschermen, blijken de hazen er overdag vaker te foerageren.
- 2p **34** Hoe wordt de relatie tussen hazen en rotganzen op de kwelder genoemd?
- A commensalisme
 - B competitie
 - C coöperatie
 - D mutualisme

Immunocontraceptie

Wetenschappers hebben een methode ontwikkeld waarmee mannelijke apen tijdelijk onvruchtbaar gemaakt kunnen worden. Misschien kunnen de resultaten van dit onderzoek leiden tot de ontwikkeling van een geschikt anticonceptiemiddel voor mannen.

De stof eppine wordt bij zoogdieren geproduceerd door de cellen van de testiskanaaltjes en wordt alleen aangetroffen in de kanaaltjes van de testes en van de bijballen en gehecht aan het oppervlak van spermacellen. Deze eigenschap bracht dr. O'Rand en zijn onderzoeksgroep tot de veronderstelling dat antistoffen tegen eppine de effectiviteit van het sperma zouden kunnen beïnvloeden. Voor zijn onderzoek gebruikte hij makaken, apen van de soort *Macaca radiata*.

De makakenmannetjes kregen om de drie weken injecties met eppine. De ingeënte mannetjes maakten antistoffen tegen dit eppine en werden onvruchtbaar. Ze waren nog steeds in staat met vrouwtjes te paren, maar de paringen leverden geen nakomelingen op.

- Eppine wordt bij volwassen mannelijke makaken aangetroffen, ook vóór de injecties met eppine worden gegeven.
- 2p **35** Waardoor treedt de immuunreactie pas ná die injecties op en niet eerder?

In de periode vóór, tijdens en na de proef met eppine-injecties worden de concentraties van de hormonen FSH en testosteron in het bloed bij de met eppine behandelde makaken onderzocht.

Neem aan dat de afgifte van deze hormonen bij makaken op dezelfde wijze wordt gereguleerd als bij mensen.

- 2p **36** Is te verwachten dat tijdens de proef met eppine-injecties de gemiddelde concentraties van het hormoon FSH respectievelijk het hormoon testosteron in het bloed bij de makaken hoger of lager is dan voordien, of ongeveer gelijk is gebleven?

	concentratie FSH	concentratie testosteron
A	hoger	hoger
B	hoger	lager
C	gelijk	gelijk
D	lager	hoger
E	lager	lager

Het is niet goed bekend welke werking eppine in de geslachtsorganen heeft. Na drie weken toedienen van eppine aan makaken blijkt het sperma van deze dieren niet meer tot bevruchting in staat te zijn.

- 2p **37** Noem twee eigenschappen die veranderd kunnen zijn aan het sperma waardoor bevruchting uitblijft.

Na de positieve resultaten van de proef met makaken kan het middel bij mensen getest worden. Uiteraard wordt dan onderzocht of de methode voldoende betrouwbaar is als anticonceptiemethode.

- 2p **38** Noem twee andere resultaten die het onderzoek bij mensen tenminste moet opleveren, wil eppine als anticonceptiemiddel voor mannen toegelaten worden.

Bronvermeldingen

- Tabel pagina 3 bron: S. Silbernagl en A. Despopoulos, Taschenatlas der Physiologie, Stuttgart, 2003, 221
- Afbeelding pagina 5 bewerkt naar: Wees wijs met de Waddenzee, folder Landelijke Vereniging tot Behoud van de Waddenzee
- Tabel pagina 6 bron: J.F. Crow, Overzicht van de genetica, 2e druk, 217
- Diagrammen pagina 8 en 9 bewerkt naar: Scharloo, van Delden 290/292, zie: Hartl, Principles of population genetics, 1980, Sinauer
- Afbeelding pagina 10 en 11 bewerkt naar: S. Silbernagl en A. Despopoulos, Sesam Atlas van de Fysiologie, Baarn, 13e druk, 2000, 247
- Afbeelding pagina 14 bewerkt naar: B. van Cranenburgh, Schema's fysiologie, 1987, 29
- Afbeelding pagina 15 bron: J.A. Bernards en L.N. Bouman, Fysiologie van de mens, 1994, 112
- Afbeelding pagina 16 bewerkt naar: W.D. McArdle e.a., Exercise Physiology, 6th edition, fig. 18.2B
- Tekst en diagrammen pagina 18 bewerkt naar: René van der Wal, Gevecht met zoutmelde, Natuurwetenschap & Techniek, 68e jaargang, nr 6, juni
- Tekst pagina 19 bewerkt naar: Science, 12 nov 2004, p 1117, 1189-1190