

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

Roodhalsganzen benutten optimaal een korte periode voor de voortplanting

Roodhalsganzen hebben de biologen altijd voor raadsels gesteld. In de korte zomer die op de Noordpool heerst, is elke dag belangrijk als het gaat om succesvol broeden. Maar roodhalsganzen permitteren zich om tien dagen later te gaan broeden dan elke andere verwante soort.

Waarom zijn roodhalsganzen zo traag en hoe lossen ze het probleem op dat daaruit voortkomt? Wie later begint met broeden komt immers ook later om het voedsel en dan is het beste voedsel weg. Deze vragen wilde de bioloog Jouke Prop beantwoorden. Zijn onderzoeksgebied, de Poera-rivier in Siberië, leverde hem de antwoorden.

Het opmerkelijke gedrag van roodhalsganzen wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van slechtvalken. Vroeg in het seizoen vestigen de paren slechtvalken zich op de kliffen langs de Poera-rivier en zolang ze geen eieren bebroeden zijn de vrouwtjes van slechtvalken levensgevaarlijk voor roodhalsganzen. Maar zodra het slechtvalkvrouwtje (dat groter is dan het mannetje), op haar eieren zit, is het gevaar geweken. Het kleinere mannetje kan in zijn eentje niet makkelijk een gans grijpen.

Op dat moment wachten roodhalsganzen. De vrouwtjes gaan binnen een cirkel van honderd meter van de nesten van de slechtvalken broeden. Ze vallen daarmee precies in de beschermingszone van de slechtvalken, die de poolvossen en wolven verjagen. Dat verklaart het late broeden van roodhalsganzen.

Uit de tekst blijkt dat er tijdens het broeden van beide vogels een bijzondere relatie bestaat tussen roodhalsganzen en slechtvalken.

2p 1 Hoe wordt deze relatie genoemd?

- A commensalisme
- B concurrentie
- C mutualisme
- D parasitisme

Alle ganzen die in Siberië broeden zijn afhankelijk van de planten die daar groeien. De Poera-rivier biedt roodhalsganzen echter een bijzonder voordeel. Het water van de rivier zakt in de zomer geleidelijk weg, waardoor steeds nieuwe vegetatiezones beschikbaar komen. "Met hun snavelletjes scharrelen de ganzen de minuscuul kleine plantjes met grote hapsnelheid bij elkaar", zegt Jouke Prop.

1p 2 Met welke biologische vakterm wordt de vegetatie aangeduid die na het zakken van het water op de drooggevalle rivieroever tot ontwikkeling komt?

De roodhalsganzen overwinteren in Nederland. Het lijkt of ganzen in Nederland het vooral voorzien hebben op het sappige, net ingezaaide gras in weilanden. Ze zouden daaraan de voorkeur geven boven de natuurlijke grassen uit de kwelder (buitendijks land dat ook bij vloed niet meer onder water loopt). Uit onderzoek blijkt dat het kweldergras voor hen beter is dan het jonge gras in een weiland. Het gras in een weiland levert wel meer reservebrandstof op, maar het kweldergras leidt tot een betere opbouw van de vliegspieren. En die zijn nodig voor de lange tocht naar Siberië.

- 2p 3 Welke component van kweldergras levert de basis voor een betere opbouw van de vliegspieren van de roodhalsganzen?
- A de aminozuursamenstelling
 - B de koolhydraatsamenstelling
 - C de mineralensamenstelling
 - D de vetzuursamenstelling
 - E de vitaminensamenstelling

Konikpaarden in de Millingerwaard

In het natuurgebied de Millingerwaard ten oosten van Nijmegen leven tweeënveertig konikpaarden. De konikpaarden werden door Stichting Ark uit Polen gehaald. Polen is de enige plek in Europa waar deze paarden nog in het wild leven. De uiterwaarden van de grote rivieren zijn geschikte plekken voor deze grote planteneters omdat ze door hun voedselkeuze bijdragen aan het ontstaan van een afwisselend gebied met bos, grasland en struikgewas. De dieren zorgen voor open plekken in het bos door bijvoorbeeld de bast en takken van populieren en wilgen te verorberen. Even verderop grazen ze het gras kort.

Door het eetgedrag van de konikpaarden wordt ook een grote diversiteit aan diersoorten in stand gehouden.

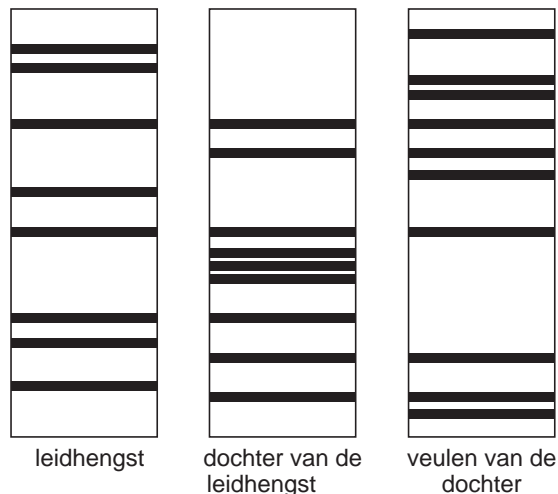
- 2p 4 Leg uit hoe de konikpaarden bijdragen aan deze diversiteit in diersoorten.

Een gevaar voor de konikpaarden is inteelt. Met name in natuurgebieden met maar één haremgroep is dit gevaar aanwezig. Stichting Ark haalt daarom in deze natuurgebieden veulens voor de puberleeftijd uit de groep en brengt ze naar een ander natuurgebied.

De ervaringen in de Millingerwaard, waar verschillende haremgroepen rondtrekken, wijzen uit dat de konikpaarden instinctmatig inteelt vermijden. De hengsten dekken hun eigen dochters niet en zonen dekken hun moeder niet. Onderzoekers vermoedden dit al naar aanleiding van gedragsobservaties en zagen dat bevestigd na DNA-onderzoek. Men maakt hierbij zogenaamde DNA-fingerprints. Deze techniek maakt gebruik van kleine stukjes DNA, die op een gelatinelaag worden aangebracht. Onder invloed van elektrische spanning bewegen en scheiden deze DNA-fragmenten. Afhankelijk van de omvang van het DNA-fragment, beweegt dit sneller of minder snel, waardoor de DNA-fragmenten gescheiden worden.

Met deze DNA-fingerprints worden verschillen tussen het DNA van de diverse dieren duidelijk gemaakt.

In onderstaande afbeelding staan DNA-fingerprints van bepaalde stukjes DNA van drie verschillende paarden uit één haremgroep.



Vergelijk de DNA-fingerprint van het veulen van de dochter met dat van de dochter van de leidhengst en met dat van de leidhengst.

- 2p 5 Leg uit waardoor men op grond van deze vergelijking tot de conclusie komt dat de leidhengst zijn eigen dochter niet dekt.

Kerstbomen in massaproductie

De Nordmann-spar is erg geliefd als kerstboom. Hij heeft zachte naalden die bovendien niet snel uitvallen als de boom in de warme huiskamer staat. Denemarken is de grootste exporteur van deze sparren. Jaarlijks levert het meer dan 10 miljoen bomen aan de kerstmarkten van andere Europese landen. Onderzoekers van de Botanische Tuinen in Kopenhagen kweken nieuwe Nordmann-sparren uit stukjes weefsel van een volwassen spar. Zij starten de kweek met het plaatsen van stukjes weefsel van 0,2 mm op een kunstmatige voedingsbodem. Deze methode blijkt succesvol.

Uit de stukjes weefsel ontstaan kleine sparren. De sparren worden op een andere voedingsbodem, die de benodigde voeding bevat, verder opgekweekt. Hieronder staan een aantal stoffen.

- 1 aminozuren
- 2 fosfaat
- 3 glucose
- 4 nitraat
- 5 water

2p **6** Welke van deze stoffen moeten zeker deel uitmaken van deze voedingsbodem voor de jonge sparren?

- A 1, 2 en 3
- B 1, 2 en 5
- C 1, 4 en 5
- D 2, 4 en 5
- E 2, 3, 4 en 5
- F 1, 2, 3, 4 en 5

Teakbomen leveren tropisch hardhout dat vanwege zijn duurzaamheid goed kan worden gebruikt omdat teakhout bestand is tegen alle soorten weersinvloeden. Vroeger werden teakplantages aangelegd, waarbij men gebruikmaakte van teakbomen die opgekweekt waren uit stukjes weefsel, afkomstig van één boom. Tegenwoordig kiest men ervoor om meerdere bomen, opgegroeid uit verschillende zaden, te gebruiken bij het verkrijgen van de stukjes weefsel.

2p **7** – Welk risico probeert men met deze laatste keuze te vermijden?
– Leg je antwoord uit.

De beschreven weefselkweektechniek wordt ook toegepast bij bosbeheer in tropische gebieden. Teakbomen worden zo vermeerderd.

Met de gekweekte bomen worden teakplantages aangelegd. Op deze wijze hoopt men het illegaal kappen van het tropisch regenwoud tegen te gaan. Door de kaalkap van het tropisch regenwoud verdwijnen de grote woudreuzen. Daarnaast heeft de kaalkap ter plekke nog andere gevolgen voor het ecosysteem.

2p **8** Noem twee van deze gevolgen.

Hemochromatose

Het gen voor hemochromatose is autosomaal, recessief en komt veel voor bij mensen van Noord-Europese afkomst. Eén op de acht mensen is drager van het hemochromatose-gen. Eén op de honderdtachtig mensen bezit de aanleg voor deze aandoening en is homozygoot recessief; toch worden niet al deze mensen ziek.

De ziekte wordt gekenmerkt door een abnormaal verhoogde opname van ijzer uit het verteerde voedsel naar het bloed, met als gevolg ijzerstapeling in cellen van diverse weefsels. Bij hoge concentratie is ijzer giftig voor de cellen. Doordat de stapeling sluipend toeneemt, stijgt de kans op klachten en orgaanschade met de leeftijd. Meestal uiten de eerste symptomen zich na het veertigste levensjaar.

- 2p **9** Welk deel van het spijsverteringsstelsel zal bij een hemochromatose-patiënt afwijkend functioneren?
- A de slokdarm
 - B de maag
 - C de dunne darm
 - D de dikke darm

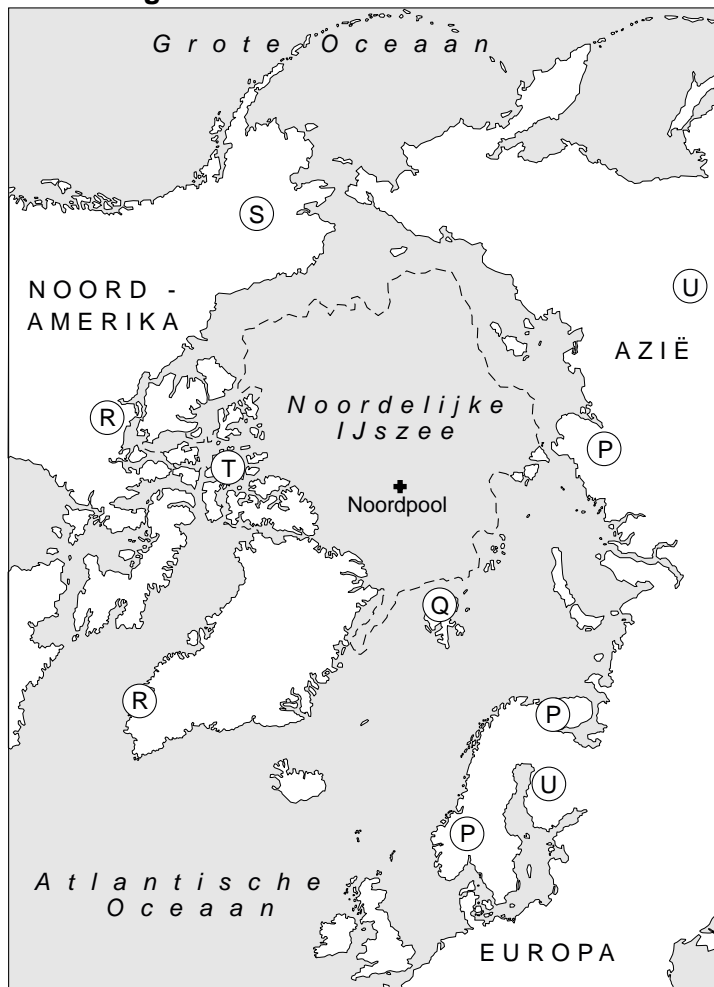
Behandeling van hemochromatose-patiënten is betrekkelijk eenvoudig. Een deel van de schadelijke hoeveelheid ijzer kan uit het lichaam worden verwijderd door middel van aderlatingen. Daarbij wordt een aantal malen per jaar een halve liter bloed afgetapt.

- 2p **10** Met welk deel of met welke delen van het bloed verdwijnt het grootste deel van de schadelijke hoeveelheid ijzer uit het lichaam als bloed wordt afgetapt?
- A de rode bloedcellen
 - B de witte bloedcellen
 - C het bloedplasma

Evolutionaire aanpassingen van het rendier

Dieren die in de loop van de tijd succesvol geëvolueerd zijn, vertonen soms anatomische aanpassingen. Verschillende kenmerken van bijvoorbeeld rendieren, zoals de vacht en platte poten wijzen erop dat zij al in een vroeg stadium van hun evolutie, aangepast waren om in een koud gebied en diepe sneeuw of op een andere zachte ondergrond te lopen. De nu nog levende soort *Rangifer tarandus* is het meest voorkomende hoefdier in Scandinavië, Noord-Rusland en de arctische gebieden van Noord-Amerika, waar hij kariboe wordt genoemd (zie afbeelding 1). De verschillende rassen van deze rendiersoort zoals het Svalbard rendier en het Noorse rendier en hun leefgebieden worden met de letters P tot en met U aangegeven.

afbeelding 1

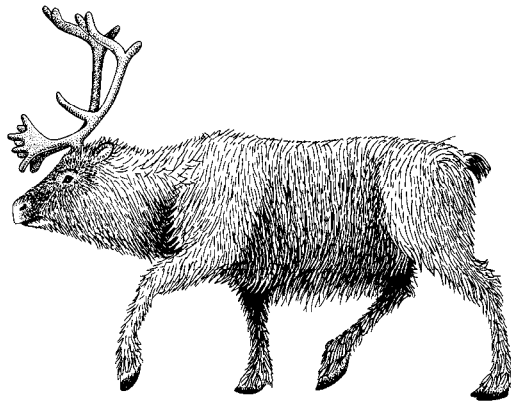


Gedurende de geologische periode 'het Pleistoceen' waren wolven de belangrijkste roofdieren voor de rendieren. Zelfs nu nog vormen de rendieren in Canada en Alaska het voornaamste voedsel voor de wolf.

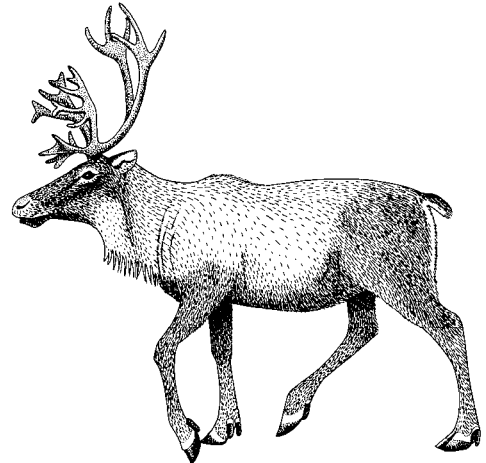
In de Svalbard archipel (gebied Q in afbeelding 1) komen geen wolven en ook geen andere roofdieren, zoals de hyena of de mens, voor. Er zijn ook geen fossiele vondsten gedaan die aangeven dat deze dieren ooit op de eilanden zijn geweest. De enige andere grote carnivoor, de ijsbeer, die deze eilanden zwemmend kan bereiken, eet zeehonden en zelden of nooit een rendier.

Het Svalbard rendier (afbeelding 2 links) leeft in kleine groepjes. De volwassen mannetjes leven solitair. Het Noorse rendier (afbeelding 2 rechts) leeft in grote kudden van meer dan 1000 dieren die honderden kilometers afleggen om steeds gebieden te vinden die genoeg voedsel bevatten.

afbeelding 2



Svalbard rendier



Noors rendier

- 2p 11 Het Svalbard rendier heeft kortere poten dan het Noorse rendier. Leg uit waardoor de ontwikkeling van de korte poten mogelijk was door de afwezigheid van roofdieren zoals de wolf.

- 1p 12 Anderen beweren dat de evolutie van de pootlengte tot korte poten een aanpassing is aan de lage omgevingstemperatuur. Leg uit waardoor het Svalbard rendier hierdoor beter aangepast is aan lage omgevingstemperaturen dan het Noorse rendier.

Een aanpassing aan extreem lage temperaturen en de droge lucht in de arctische gebieden, is de bouw van de neus. De inwendige neusstructuur is zeer complex. Zeer uitgebreide neusholten, veel groter dan die van de mens (zie afbeelding 3), vergroten het oppervlak waarlangs de lucht tijdens de ademhaling stroomt.

afbeelding 3



Doorsnede neusholte mens

De uitgeademde lucht van rendieren heeft een temperatuur die in de winter nooit hoger ligt dan 6 graden. Hierdoor zie je nauwelijks dat ze uitademen; de bij andere dieren zo karakteristieke 'rook' komt niet uit hun neus.

- 2p **13** Welke biologische betekenis heeft deze vorm van uitademen?
- A De koude uitgeademde lucht kan meer CO₂ bevatten, zodat zij het CO₂ gemakkelijk kwijt raken.
 - B De koude, uitgeademde lucht kan minder O₂ bevatten, zodat de rendieren een maximum aan O₂ kunnen opnemen.
 - C De rendieren beperken warmte- en vochtverlies tijdens de uitademing tot een minimum.
 - D De rendieren vallen zo minder op voor hun prooidieren, die de uitgeademde lucht nu niet gemakkelijk kunnen zien.

Herkauwers kennen een periode waarin gegraasd wordt en een periode waarin zij rusten om de maaginhoud te verwerken. In onze streken loopt deze graasrustperiode min of meer synchroon met het 24-uurs dagnachtritme. Dit dagnachtritme wordt bepaald door lichtprikkels die de biologische klok iedere dag gelijk zet. Maar in de poolstreken kan dit tot problemen leiden, omdat daar de zon weken niet ondergaat of de zon weken niet opkomt.

Onderzoek van Groningse biologen met rendieren uit verschillende gebieden heeft uitgewezen dat het voor sommige rassen de moeite loont om hun biologische tijd klok te onderdrukken.

- 2p **14** Voor welk ras van de in afbeelding 1 aangegeven rassen (P tot en met U) heeft het het meeste evolutionaire voordeel gehad, om de biologische klok te onderdrukken?
- A P
 - B Q
 - C R
 - D S
 - E T
 - F U

Hormoon belemmert vermageren via dieet

Cardiologen hebben het hormoon ghreline in 1999 bij toeval ontdekt. Zij noemden het ghreline naar het oude Indo-Europese woord 'ghre' waarvan 'groei' afkomstig is. Ghreline wordt door de maag geproduceerd en komt vrij als je enige tijd niet eet. Via de hypothalamus, het centrale autonome regelcentrum in de hersenen, wekt het dan een gevoel van honger op. Tegelijkertijd zet het de hypofyse aan tot het afgeven van het groeihormoon. In de lever zorgt ghreline ervoor dat voedingsstoffen effectiever opgeslagen worden.

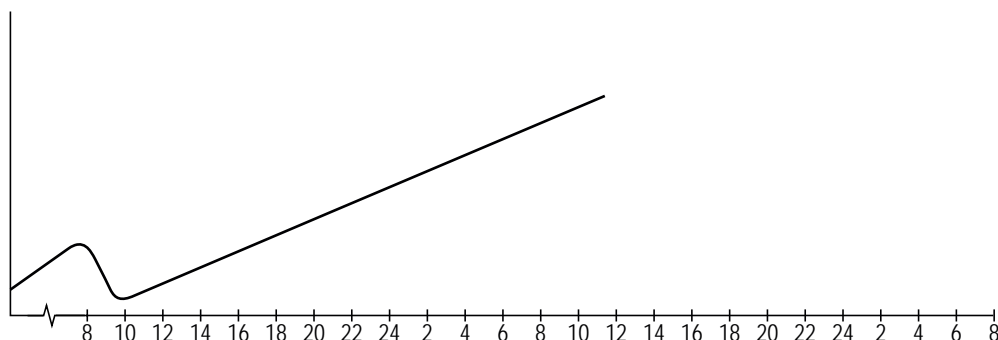
Een eerste onderzoek naar de effecten van ghreline is bij ratten gedaan. Na toediening van ghreline gingen de ratten te veel eten.

In een tweede onderzoek heeft men gekeken naar de ghrelineproductie. Hierbij gebruikte men drie groepen mensen. De eerste groep bestond uit dikke mensen met een maagbypass (een directe chirurgische verbinding tussen slokdarm en dunne darm, buiten de maag om). Ook de tweede groep bestond uit dikke mensen, deze groep vastte streng. De derde groep deed dienst als controlegroep; deze bestond uit mensen met een 'normaal' lichaamsgewicht.

Men vond bij de groep met de maagbypass een extreem lage ghrelineconcentratie, bij de groep die vastte een hoge en bij de controlegroep een wisselende concentratie, gekoppeld aan een dag- en nachtritme.

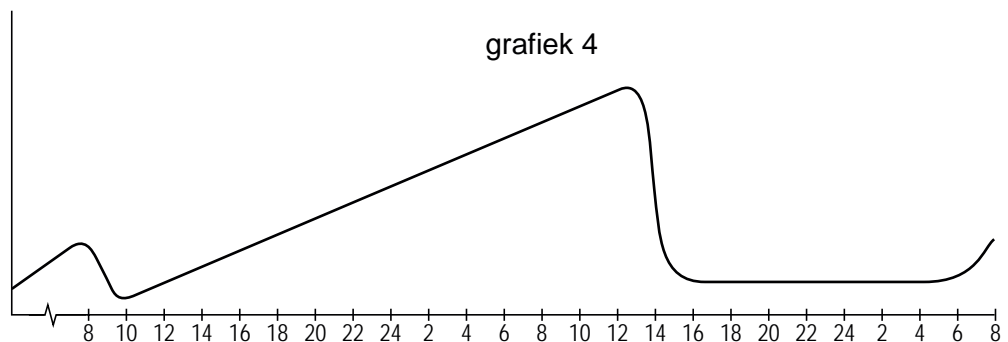
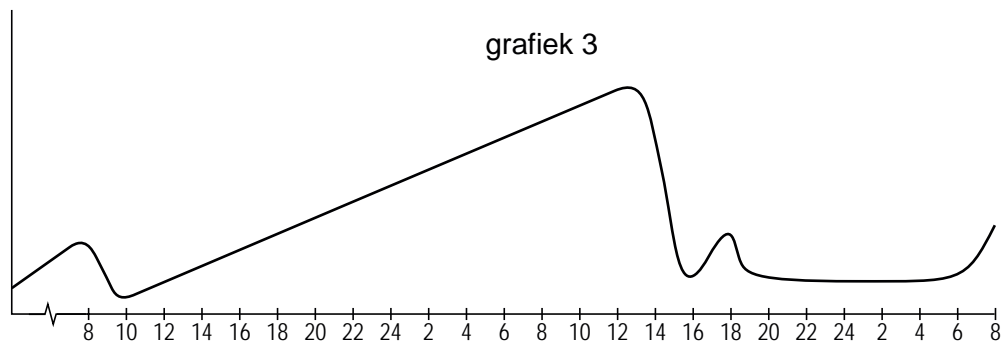
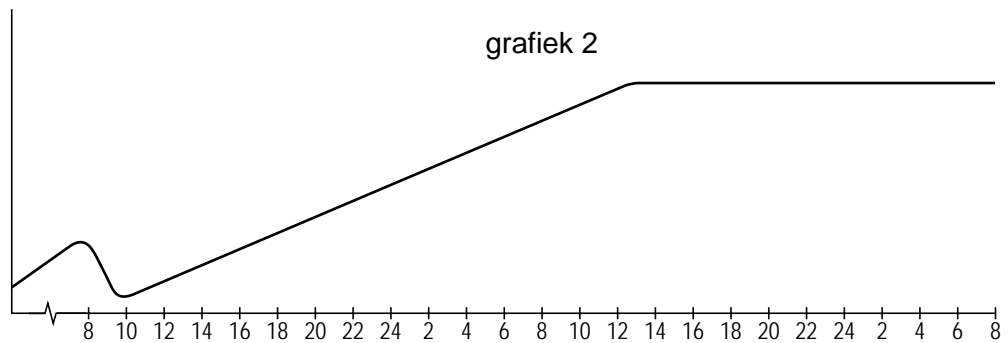
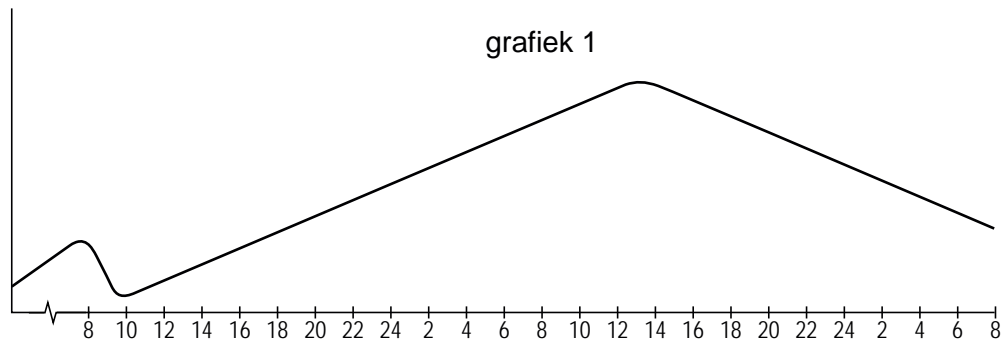
- 2p **15** Leg uit dat de groep die streng vastte (de tweede groep), een verhoogde ghrelineconcentratie had.
- 2p **16** Noteer in de juiste volgorde de bloedvaten en de delen van het hart die een groeihormoonmolecuul passeert als het via de kortste weg van de hypofyse naar de lever gaat.

In de afbeelding is een grafiek getekend waarin wordt aangegeven hoe de ghrelineconcentratie verandert als iemand gedurende 27 uur vast.



Om 8.00 uur van dag 1 heeft de proefpersoon, die een normaal lichaamsgewicht heeft, voor het laatst gegeten. De lunch van 13.00 uur, het avondeten van 18.00 uur van dag 1 en het ontbijt van 8.00 uur op dag 2 worden overgeslagen. De eerste maaltijd die hij weer gebruikt is de lunch van dag 2.

Hieronder staan vier grafieken.



- 2p 17 Welke grafiek geeft op de juiste manier het verloop van de ghrelineconcentratie weer, als de proefpersoon met de lunch van dag 2 weer normaal gaat eten en om 18.00 uur zijn avondeten gebruikt en op dag 3 weer normaal ontbijt?
- A grafiek 1
 - B grafiek 2
 - C grafiek 3
 - D grafiek 4

Myotone dystrofie

Myotone dystrofie is een erfelijke spierziekte die even vaak voorkomt bij mannen als bij vrouwen. Kinderen van wie een van de ouders de ziekte heeft, hebben een risico van vijftig procent om de aandoening te erven. Kenmerkende verschijnselen zijn het vertraagd ontspannen van spieren en een langzaam toenemende spierzwakte. Behalve de spieren kan ook een aantal organen klachten geven. Bovendien kan er sprake zijn van futloosheid en een verhoogde behoefte aan slaap. Bij kinderen kan myotone dystrofie leiden tot leer- en gedragsproblemen. Genezing is niet mogelijk. Wel kan geprobeerd worden de gevolgen van de ziekte draaglijk te maken en complicaties te voorkomen. Er zijn vier typen myotone dystrofie, die verschillen in de leeftijd waarop de ziekte zichtbaar wordt en in de aard van de verschijnselen. In onderstaande tabel zijn de hoofdkenmerken van de vier typen van myotone dystrofie gegeven.

type	vroege symptomen	late symptomen
1 mild (zichtbaar na 50ste jaar)	staar vertraagde ontspanning van spieren na aanspannen	lichte spierzwakte
2 klassiek (ontwikkelt zich tussen 14-50 jaar)	vertraagde ontspanning van spieren na aanspannen spierzwakte	ernstige spierzwakte staar lusteloosheid orgaanstoornissen
3 kindervorm (ontwikkelt zich tussen 1-14 jaar)	leerproblemen spraakproblemen darmklachten	als bij het klassieke type
4 aangeboren (bij de geboorte al zichtbaar)	verlaagde spierspanning ademhalingsproblemen slikproblemen klompvoeten	als bij het klassieke type

Een vrouw is voor de tweede keer zwanger. Haar eerste kind, een zoon, is gezond, hoewel zijn ontwikkeling wat traag verloopt. Hij is nu 6 jaar oud en kan in het gewone basisonderwijs niet meekomen; sinds kort volgt hij speciaal onderwijs. Uit de tweede zwangerschap wordt een dochter geboren. De eerste testresultaten op de gezondheid zijn in orde maar de baby haalt niet goed adem en komt in de couveuse terecht. Ook het drinken gaat moeizaam en het meisje krijgt gedurende drie weken kunstmatige voeding. De kinderarts constateert dat zij slap is en dat zij myotone dystrofie heeft. Beide ouders lijken op het eerste gezicht geen klachten van deze aandoening te hebben. Toch blijkt de vrouw bij onderzoek een expressieloos gelaat te hebben en een zwakte van de handspieren. Door een verminderde kracht in de kuitspieren is zij ook niet in staat om op de hakken te lopen. Als je haar een stevige hand geeft kan ze moeilijk loslaten.

- Er wordt vastgesteld dat de vrouw myotone dystrofie heeft.
- 2p **18** Aan welk type myotone dystrofie zal zij naar alle waarschijnlijkheid lijden?
- A het milde type
 - B het klassieke type
 - C de kindervorm
 - D het aangeboren type

- Ook bij de zoon wordt de diagnose myotone dystrofie gesteld. In dit gezin hebben nu drie van de vier gezinsleden deze ziekte. Het is verstandig de broers en zussen van deze vrouw op de hoogte te brengen van deze erfelijke aandoening.
- 1p **19** Geef een biomedisch argument waarom het verstandig is om de broers en zussen van de vrouw in te lichten over haar ziekte.

Dunne darmtransplantatie

Vanaf medio 2001 worden in Nederland dunne darmtransplantaties uitgevoerd. Patiënten met een stilliggende darm die in aanmerking komen voor een donordarm hebben soms al jarenlang niet meer met hun familie aan tafel gegeten. Een aantal kinderen heeft zelfs nog nooit de smaak van voedsel geproefd. Ze zijn permanent afhankelijk van voedsel via een infuus. Andere kinderen met een stilliggende darm of een te korte darm vertonen vermageringsverschijnselen en groeistoornissen.

‘Een stilliggende darm’ is een darm waarin geen transport van de voedselbrij plaatsvindt.

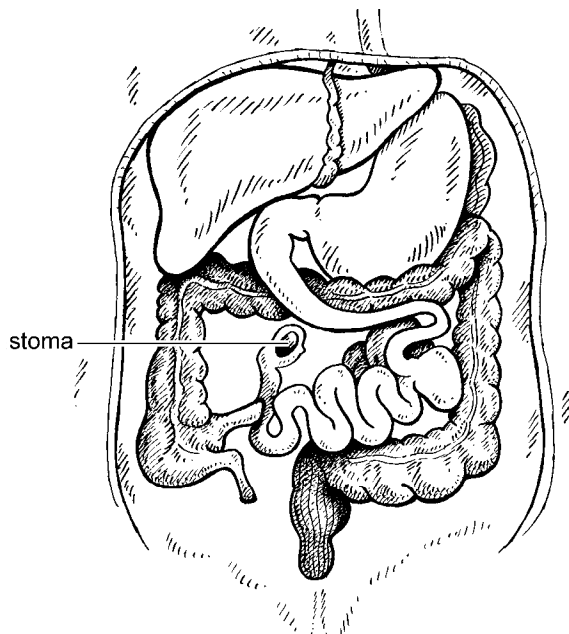
1p **20** Hoe noemt men de beweging die een stilliggende darm **niet** uitvoert?

Bij kinderen kan een te korte darm tot verminderde groei leiden.

1p **21** Verklaar waardoor een te korte dunne darm leidt tot een groeiachterstand.

Infuusvoeding wordt via een ader toegediend. Soms kan dit niet meer door stolselvorming of andere complicaties. Dan komen patiënten in aanmerking voor een dunne darmtransplantatie.

Zo'n nieuwe darm wordt vlak onder de maag aan het resterende deel van de eigen dunne darm bevestigd. Als een geplooid gordijn wordt de darm in de buikholte geplaatst en met diverse bloedvaten verbonden. Vervolgens krijgt de patiënt een kunstmatige uitgang, een stoma (zie de afbeelding). Deze stoma wordt met name gebruikt voor controles na de transplantatie.



Ook bij patiënten waarbij de endeldarm ontbreekt kan een stoma noodzakelijk zijn. De aansluitingsplek van deze stoma verschilt van de aansluitingsplek van de stoma uit de afbeelding.

2p **22** – Wat is een opvallend verschil in samenstelling van de ‘ontlasting’ bij de stoma uit de afbeelding en bij een stoma van een patiënt zonder endeldarm?
– Leg uit waardoor dit verschil veroorzaakt wordt.

Op de verpakkingen van infuusvoeding komen de volgende gegevens voor:

bestanddeel	hoeveelheid per 2 liter verpakking	hoeveelheid per 2½ liter verpakking
aminozuren	44 gram	55 gram
vetten	40 gram	50 gram
glucose	160 gram	200 gram
energie-inhoud	1216 kcal	1520 kcal

De minimale energiebehoefte van een volwassen persoon is 25 kcal per kg lichaamsgewicht per dag.

- 2p **23** Bereken op één decimaal nauwkeurig hoeveel liter infuusvoeding een volwassen persoon van 75 kg per dag toegediend krijgt.

Een verpakking van 2½ liter bevat dezelfde concentraties aan opgeloste stoffen als een verpakking van 2 liter.

- 1p **24** Leg uit wat voor probleem er in het bloed optreedt als de hoeveelheid van de in de tabel vermelde bestanddelen uit de 2½ liter in 2 liter wordt opgelost en middels een infuus wordt toegediend.

Oorlog in de neus

Op de site van Noorderlicht stond het volgende artikel:

Miljarden bacteriën houden ons dag en nacht gezelschap. Ze bewonen onze darmen, huid, mond en neus. Vaak levert deze samenleving voordelen voor beide organismen op. Zo voorzien de bacteriën in onze darmen ons van een voorraadge vitamine K, als dank voor de voedselresten die wij niet hebben opgenomen. Vitamine K speelt een rol bij de bloedstolling.

Niet altijd hebben wij voordeel van onze "gasten". *Streptococcus pneumoniae* en *Haemophilus influenzae* zijn bacteriën, die beide in de neus voorkomen. Zij houden zich koest, tot hun gastheer op een dag wat minder lekker in zijn vel zit. Dan kunnen ze ineens nare ontstekingen in oren, neus en keel veroorzaken, en soms zelfs hersenvlies- of longontsteking.

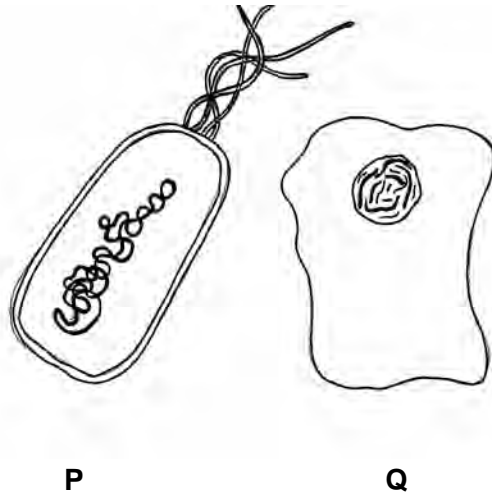
De neusbacteriën maken ook elkaar het leven zo zuur mogelijk. Allerlei mechanismen worden gebruikt om de concurrerende soort uit te schakelen. Als in het laboratorium de beide soorten samen (buiten de neus) worden opgekweekt, delft *Haemophilus influenzae* het onderspit. *Streptococcus pneumoniae* produceert onder andere waterstofperoxide, dat voor een snelle dood van *Haemophilus influenzae* zorgt. Ook produceert hij een enzym dat de celwand van zijn tegenstander afbreekt. Vreemd genoeg overleeft juist *Haemophilus influenzae* in de natuurlijke omgeving, de neus, beter. Als beide soorten samen in de neus worden gebracht, neemt *Streptococcus pneumoniae* snel in aantal af en blijft het aantal *Haemophilus influenzae* bacteriën stabiel. Onderzoekers ontdekten dat deze laatste soort stoffen afscheidt die bepaalde cellen uit ons bloed activeren. Hoewel deze cellen geen onderscheid maken tussen verschillende indringers, wordt *Streptococcus pneumoniae* door deze cellen opgenomen en verteerd, en ontsnapt *Haemophilus influenzae* aan hun activiteit, waardoor hij binnen enkele dagen het neusslijmvlies voor zich alleen heeft.

In de neus en luchtwegen van de mens spelen abiotische factoren een rol voor de beschreven bacteriën.

- 2p **25**
- Noem twee abiotische factoren in neus- en luchtwegen.
 - Leg uit welke rol deze abiotische factoren spelen bij de groei van de bacteriën.

Een patiënt meldt zich op de polikliniek en zijn slijmvliescellen worden onderzocht op de aanwezigheid van *Haemophilus influenzae* bacteriën. In het preparaat worden naast de bacteriën ook cellen van de patiënt aangetroffen. Hieronder zie je twee afbeeldingen.

afbeelding 1



- 2p 26 – Welk van de afbeeldingen (P of Q) stelt de cel van de patiënt voor en welke de bacterie?
- Geef van zowel de cel van de patiënt als van de bacterie twee kenmerken op basis waarvan je concludeert welke cel van de patiënt is en welke de bacteriecel is.

In de tekst wordt aangegeven dat darmbacteriën een nuttige functie kunnen vervullen voor de gastheer. Zij spelen onder andere een rol bij de vorming van vitamine K. Bacteriële infecties worden bestreden met antibiotica. Bij overmatig gebruik van antibiotica worden echter naast de schadelijke bacteriën ook veel nuttige darmbacteriën gedood.

- 2p **28** Welk van de volgende verschijnselen kan het gevolg zijn van zo'n verstoring van de darmflora?
- A bloedingen
 - B slecht zicht in de schemering
 - C vergroeiingen
 - D vermoeidheid

Een voorbeeld van een antibioticum is chlooramfenicol. Dit antibioticum verstoort de werking van ribosomen van bacteriën. Ribosomen van bacteriën verschillen van die van andere organismen, zodat chlooramfenicol de functie van ribosomen uit bijvoorbeeld neusslijmvliescellen niet verstoort.

- 2p **29** – Welk proces wordt direct door chlooramfenicol geremd?
– Tot welke groep organismen behoren bacteriën?

proces	tot de groep van
--------	------------------

- | | |
|------------------|-------------|
| A DNA replicatie | eukaryoten |
| B DNA replicatie | prokaryoten |
| C eiwitsynthese | eukaryoten |
| D eiwitsynthese | prokaryoten |

Bacteriën en andere ziekteverwekkers bevinden zich vaak op de grens van het externe milieu en ons interne milieu. Op de volgende drie plaatsen tref je zo'n grens aan: bij de ogen, bij de maagwand en bij de huid. Het lichaam heeft daar een aangeboren fysische en chemische barrière tegen deze organismen.

- 3p **30** – Geef voor elk van deze drie plaatsen aan op welke manier het lichaam zich daar met behulp van een fysische barrière tegen deze bacteriën beschermt.
– Geef ook aan op welke manier het lichaam zich daar met behulp van een chemische barrière tegen deze bacteriën beschermt.

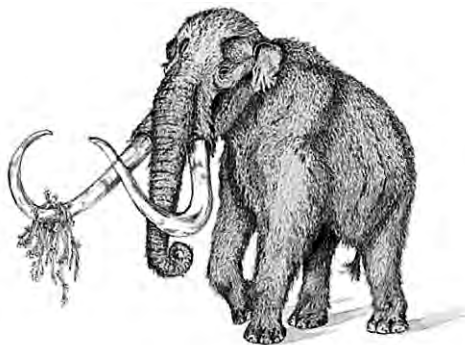
Uit de resultaten van het onderzoek blijkt dat *Haemophilus influenzae* bepaalde cellen uit het bloed activeert.

- 2p **31** Welke cellen zijn dit en zijn ze betrokken bij de specifieke afweer of bij de niet-specifieke afweer?
- A B-cellen specifieke afweer
 - B B-cellen niet-specifieke afweer
 - C macrofagen specifieke afweer
 - D macrofagen niet-specifieke afweer

Mammoetmaag toont hoe steppe toendra werd

Regelmatig vindt men in de permafrost van de Siberische toendra een ingevroren mammoet. In de zomer van 2007 werd het lijk van een jong dier in vrijwel intacte staat opgegraven. De diepvrieswerking zorgt ervoor dat vaak ook de ingewanden goed bewaard blijven. Daardoor is het galgenmaal van de dieren tot in detail te bestuderen. Uit die maaltijd valt de leefomgeving van het dier te reconstrueren, zoals blijkt uit onderzoek van Bas van Geel en medewerkers. Zij analyseerden voedselresten in de darm van een wolharige mammoet (*Mammuthus primigenius*) die ongeveer 20.000 jaar geleden in Siberië leefde (zie afbeelding 1).

afbeelding 1



Met een combinatie van stuifmeelonderzoek, onderzoek aan zaden en DNA-technieken identificeerden de onderzoekers de plantensoorten die de mammoet vlak voor zijn dood at.

Het onderzoek lijkt te bevestigen dat de vegetatie van Siberië toen voornamelijk bestond uit grassteppes en niet uit met mossen bedekte toendra's zoals nu. Er werden veel resten van grassen en andere windbestuivers in de mammoetmaag gevonden, naast enkele vochtminnende plantensoorten zoals de dotterbloem. Dat duidt op de aanwezigheid van natte milieus. Ook bleken twijgjes aanwezig van een dwergwilg waarin de onderzoekers zelfs de bijzonder dunne jaarringen konden tellen. De wilg groeide er dus traag en leefde waarschijnlijk in een koud klimaat. In het deels verteerde mammoetvoedsel werden DNA-fragmenten gevonden waarvan men kon vaststellen dat het afkomstig was van planten uit zeven plantenordes en acht plantenfamilies. Men kon niet achterhalen van welke afzonderlijke plantensoorten dit DNA afkomstig was. Eén plant kon tot op genus (= geslachts)niveau gedetermineerd worden.

De onderzoekers stelden vast dat het DNA afkomstig was van planten uit zeven plantenordes en acht plantenfamilies.

2p **32** Hoe konden de onderzoekers, aan de hand van het fossiele DNA, de planten indelen in ordes en families?

- A Door de nucleotidenvolgorde van het fossiele DNA vast te stellen en deze te vergelijken met die van huidige planten.
- B Door de verhouding tussen de hoeveelheden van de verschillende nucleotiden in het fossiele DNA te bepalen.
- C Door vast te stellen welke verschillende nucleotiden in het fossiele DNA voorkomen.

- 2p **33** In welke van de volgende vier groepen zullen de onderzoekers gemiddeld de grootste genetische variatie in de DNA-fragmenten aantreffen?
- A in een plantenfamilie
 - B in een plantengeslacht
 - C in een plantenorde
 - D in een plantensoort

De mammoet verdween 11.000 jaar geleden aan het einde van de laatste ijstijd vrij plotseling, waarschijnlijk door een snelle klimaatverandering. De analyse van de maaginhoud van mammoeten geeft de onderzoekers een manier om klimaatverandering tijdens de laatste ijstijd in kaart te brengen. Het dieet van de mammoet laat namelijk zien welke planten in zijn omgeving groeiden. De samenstelling van de plantengroei is mede afhankelijk van het klimaat. Omdat regelmatig mammoeten worden gevonden uit verschillende periodes, verschaffen de maaginhouden inzicht in de verandering van de plantengroei in de loop van de tijd.

- De ouderdom van de verschillende fossiele, bevroren mammoeten kan door een paleontoloog op grond van aanwezig radioactief koolstof-14 vastgesteld worden.
- 2p **34** Leg uit hoe de paleontoloog met behulp van koolstof-14 de ouderdom van een fossiel vaststelt.

Het lijkt erop dat het ecosysteem in Siberië aan het einde van de laatste ijstijd is overgegaan van een grassteppe naar een toendra.

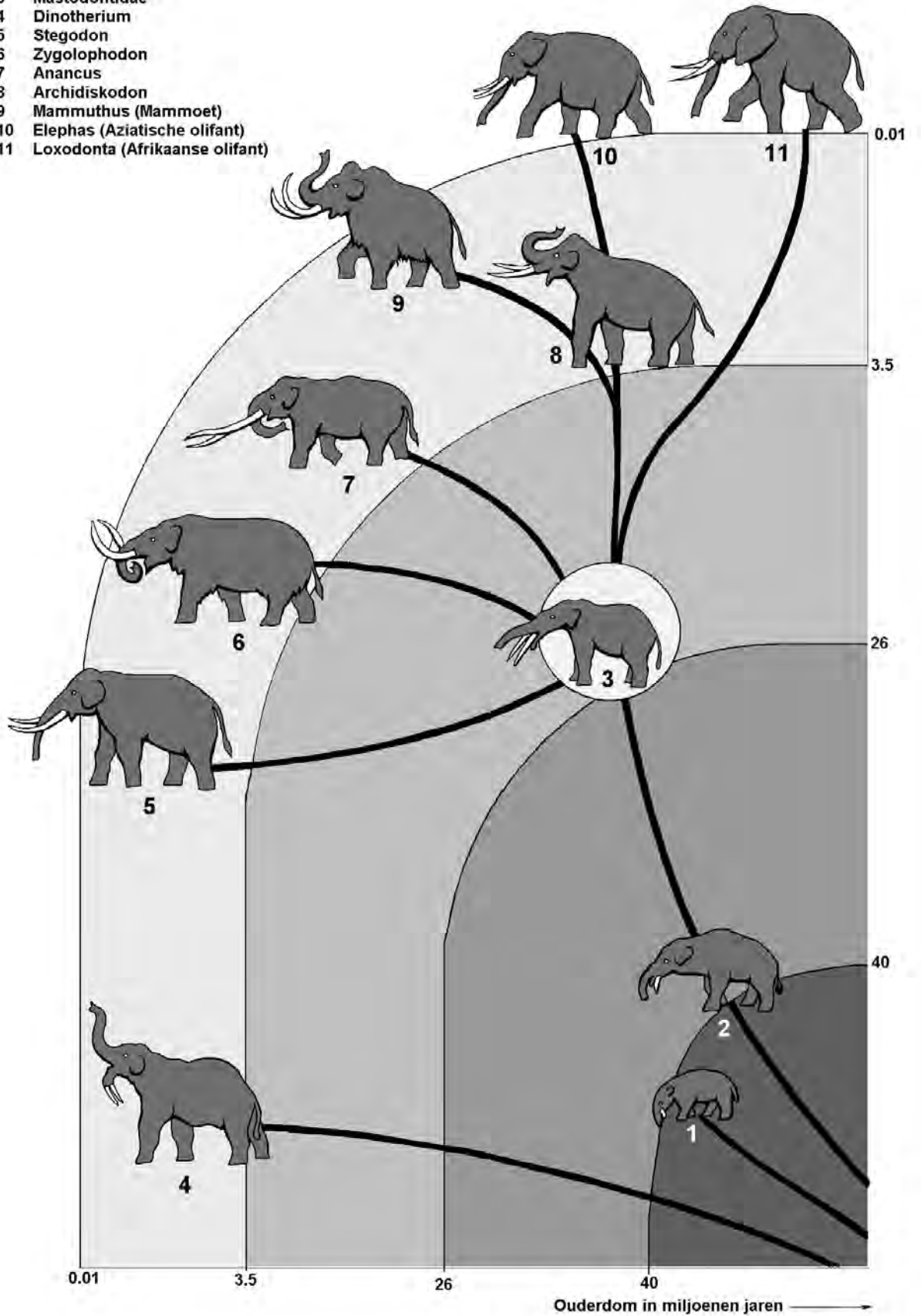
Onderzoekers in Lapland vonden dat de toendra door een langdurige hoge begrazingsdruk door rendieren veranderde in een meer productieve grasvlakte. Russische onderzoekers willen in Siberië een soortgelijke invloed aantonen. Zij introduceerden in 1986 kuddes grote grazers op de toendra van Siberië. Zij wilden onderzoeken of grote grazers zoals paarden en bizons al grazend en poepend de grasvlakte weer terug kunnen brengen, zelfs in het barre Siberische klimaat. De eerste resultaten lijken dat idee te bevestigen. Dit experiment moet het uitsterven van de mammoet verklaren met de ecologische graastheorie, die stelt dat de grasvlakte aan het eind van de ijstijd in toendra veranderd is, omdat de kuddes met grote grazers uitstierven. Zonder bemesting en begrazing en bij toegenomen neerslag zou het gras verdwijnen. Door een dikker pak sneeuw in de winter werd het gras voor grazers onbereikbaar. Bejaging gaf de doodsklap. Met de grazers verdween de grassteppe en zo raakte ook de mammoet in de problemen door voedselgebrek.

- 1p **35** Noem een lichaamskenmerk van de mammoet en leg uit dat het dier daardoor langer op de steppe in leven kon blijven dan andere grote grazers.

afbeelding 2

Ontwikkeling van de olifanten

- 1 Moeritherium
- 2 Palaeomastodon
- 3 Mastodontidae
- 4 Dinotherium
- 5 Stegodon
- 6 Zygolophodon
- 7 Anancus
- 8 Archidiskodon
- 9 Mammuthus (Mammoet)
- 10 Elephas (Aziatische olifant)
- 11 Loxodonta (Afrikaanse olifant)



Onderzoeker Van Geel beweert: "Begrazing stimuleert de groei van grassen. De groeipunten, meristemen, zitten bij gras vlak boven de wortel. Bij de meeste soorten van de toendravegetatie zitten die meristemen in de stengeltop en dan remt begrazing de groei. Door bemesting en begrazing groeit het gras beter en dat is weer goed voor de grazers. Als je die grazers weghaalt heeft dat ook invloed op de vegetatiesamenstelling van de grassteppe."

Over deze successie op de steppe worden drie uitspraken gedaan:

- 1 Door de begrazing van de vegetatie worden de grassen bevoordeeld en andere plantensoorten benadeeld.
- 2 Door de begrazing door de grote zoogdieren op de steppe vindt er een selectie plaats waardoor grassen zich kunnen uitbreiden.
- 3 Door de selectie van de grassen ten opzichte van andere plantensoorten worden de grote grazers bevoordeeld.

2p **36** Welke van deze uitspraken zijn juist?

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

Er bestaan twee ideeën over de verwantschap van de nu nog levende olifantensoorten met de wolharige mammoet (*Mammuthus primigenius*). De ene groep (P) veronderstelt dat het dier het meest verwant is aan de Aziatische olifant (*Elephas maximus*), de andere groep (Q) ziet vooral de meeste overeenkomsten met de Afrikaanse olifant (*Loxodonta africana*) (zie afbeelding 2).

In de afbeelding is de ontwikkeling van de olifanten weergegeven.

2p **37** Kun je op grond van deze afbeelding zeggen wat een juiste veronderstelling is?

- A Nee, dat is op grond van deze afbeelding niet te zeggen.
- B Ja, groep P doet een juiste veronderstelling.
- C Ja, groep Q doet een juiste veronderstelling.

Meestergen achter borstkanker geeft geheimen prijs

Amerikaanse onderzoekers hebben een gen gevonden dat een sleutelfunctie vervult bij de ontwikkeling van borsttumoren. Het speelt een belangrijke rol in de uitzaaiingsfase, als borstkanker het moeilijkst behandelbaar en dus het gevaarlijkst is. Het gen, *SATB1* geheten, is een moleculaire hoofdschakelaar. Door het product van dit 'meestergen' kunnen vele andere genen worden aangezet. Vooral genen die te maken hebben met celgroei en celdeling. *SATB1* blijkt erg actief in agressieve borstkankercellen. Door de onderzoekers is het volgende experiment uitgevoerd:

Zij hadden de beschikking over muizen met niet-agressieve borstkankercellen. Als zij daarin het gen *SATB1* activeerden, werden er tumoren gevormd die zich uitzaaiden. Er ontstonden agressieve kankercellen. Als zij vervolgens in die cellen het gen 'uitzetten' en het gen niet meer actief was, kwamen de tumorgroei en de uitzaaiingen juist tot stilstand.

Op grond van deze resultaten komen de onderzoekers tot de uitspraak: "Met het gen *SATB1* hebben wij een nieuw genetisch mechanisme bij borstkanker gevonden."

2p **38** Hoe is deze uitspraak op te vatten?

- A als een conclusie
- B als een hypothese
- C als een onderzoeksvraag
- D als een werkplan

Dit soort onderzoek naar kanker is erg belangrijk omdat kanker altijd begint in de genen. Tumorfoming begint met een gemuteerd gen. Bij borsttumoren kunnen de genen *BRCA1* en *BRCA2* een rol spelen. Deze genen onderdrukken normaal de tumorgroei. Na mutatie van de genen *BRCA1* en *BRCA2* treedt juist groei van borsttumoren op.

2p **39** Op welke wijze kan een meisje het mutante gen van haar ouders erven?

- A via een eicel van haar moeder
- B via een zaadcel van haar vader
- C zowel via een eicel van haar moeder als via een zaadcel van haar vader

Vaak begint kanker in een cel door een spontane mutatie, die deze cel een groeivoordeel geeft waardoor de cel zich sneller deelt dan normale cellen. Er komt een soort Darwiniaanse selectie op gang waarbij nakomelingen van de cel met het gemuteerde gen steeds meer in aantal toenemen. Onder deze nakomelingen zijn cellen die gezonde cellen verdringen, resulterend in een tumor, een genetisch "lichaamsvreemd deel" in het omringende weefsel.

3p **40** Leg in drie stappen uit wat "Darwiniaanse selectie" van deze cellen in een menselijk lichaam inhoudt.

Volgens Bernards, moleculair geneticus bij het Nederlands Kanker Instituut, is de ontdekking van het meester-gen een nieuw stukje in de puzzel. Voor de behandeling van kanker vindt Bernards de ontdekking niet relevant. Het nieuwe gen *SATB1* codeert voor een complexe stof waarmee je niet zomaar een borstkankermedicijn kunt ontwikkelen. En hoewel de Amerikaanse onderzoekers het zelf anders zien, lijkt de diagnostische waarde van het gen bij de behandeling van borstkanker vooralsnog beperkt.

- 2p 41 Tot welke groep behoort de stof die door het *SATB1*-gen wordt gecodeerd?
- A eiwitten
 - B koolhydraten
 - C nucleïnezuren
 - D vetten

Bernards: "Afgaande op de gepresenteerde meetresultaten kun je op basis van de activiteit van dit gen niet goed voorspellen hoe agressief de tumor van een patiënt is, hoe groot het risico van uitzaaiingen is, en dus ook niet of na de verwijdering van de tumor nog aanvullende chemotherapie nodig is."

- 2p 42 – Wat is chemotherapie?
– Noem een argument van een arts om na verwijdering van de tumor nog chemotherapie toe te passen.

Gemiddeld reageert slechts 30 procent van de borstkankerpatiënten op chemotherapie. Dat komt doordat elke tumor uniek is. Er kunnen tal van mutaties en dus genencombinaties in het spel zijn.

Daarom werkt Bernards aan DNA-tests die voorspellen hoe patiënten op medicijnen reageren. Eén test betreft herceptine, een antistof. Dit werkt bij een kwart van de borstkankerpatiënten, maar bij velen van hen wordt op den duur herceptine onwerkzaam.

Over de werking van herceptine worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 De antistof herceptine werkt specifiek op één eiwit van de tumor.
- 2 De werking van herceptine kan verloren gaan door een mutatie bij de patiënt.

- 2p 43 Welke van deze uitspraken is of welke zijn juist?
- A geen van beide uitspraken is juist
 - B alleen uitspraak 1 is juist
 - C alleen uitspraak 2 is juist
 - D beide uitspraken zijn juist