

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

@Astro_andre

Onderstaande tweet met foto (afbeelding 1) werd door de Nederlandse astronaut André Kuipers verzonden nadat hij drie maanden in het ruimtestation ISS had gewerkt.

afbeelding 1



Andre Kuipers @Astro_andre

Echo opnames van de oogbol, om te onderzoeken hoe de oogzenuw verandert in gewichtloosheid.

Ruimtereizen zijn een flinke aanslag op het lichaam van een astronaut. Vooral de gewichtloosheid speelt hierbij een grote rol. Normaal pompt het hart het bloed tegen de zwaartekracht in naar het hoofd, terwijl door diezelfde zwaartekracht de bloedstroom naar de buik en de benen juist iets makkelijker verloopt. Bij gewichtloosheid komt hierin verandering, waardoor de bloeddruk in de benen lager is dan normaal, en in het hoofd juist hoger is dan normaal. Het lichaam ervaart de verhoogde bloeddruk in het hoofd als een vochtoverschot, waardoor de urineproductie in de nieren wordt verhoogd.

Nadat gewichtloosheid is ingetreden, vindt er een verandering in de hormoonproductie plaats waardoor de urineproductie wordt verhoogd.

2p 1

- Van welk hormoon verandert dan de productie?
- Wordt de concentratie van dit hormoon in het bloed hoger of juist lager? Verklaar je antwoord.

afbeelding 2



Doordat er geen zwaartekracht is, hoeven astronauten zich niet erg in te spannen om te bewegen. Daarom moeten ze tweemaal per dag sporten, bijvoorbeeld rennen op de loopband (afbeelding 2), zodat het hart in conditie blijft.

Onderzoek aan eerdere ruimtereizigers heeft uitgewezen dat het hart soms wel 25% van zijn spiermassa verliest door een gebrek aan lichamelijke inspanning.

- 2p 2 Van welk deel van het hart zal dan de meeste spiermassa verloren gaan?
- A van de linkerboezem
 - B van de linkerkamer
 - C van de rechterboezem
 - D van de rechterkamer

In afbeelding 1 is te zien hoe bij André Kuipers een echo van het oog wordt gemaakt om te onderzoeken hoe de oogzenuw verandert tijdens gewichtloosheid. De aanleiding voor dit onderzoek is dat bij een aantal van zijn collega's die langdurig in de ruimte verbleven, het gezichtsvermogen was afgenomen.

Tijdens ruimtereizen ontstaat er door de verhoogde bloeddruk in het hoofd meer hersenvocht. Dit veroorzaakt bij sommige astronauten een zwelling van de oogzenuw waardoor deze de achterkant van de oogbol mogelijk platdrukt. MRI-scans lieten zien dat bij een kwart van de astronauten de achterkant van de oogbol inderdaad was afgeplat.

- 2p 3 Welke oogafwijking zal het gevolg zijn van de vormverandering van de oogbol? En welke lenzen kunnen deze afwijking verhelpen?

afwijking	lenzen
A bijziendheid	negatieve
B bijziendheid	positieve
C verziendheid	negatieve
D verziendheid	positieve

Ook de zwelling van de oogzenuw zelf draagt mogelijk bij aan het verminderd gezichtsvermogen bij de astronauten.

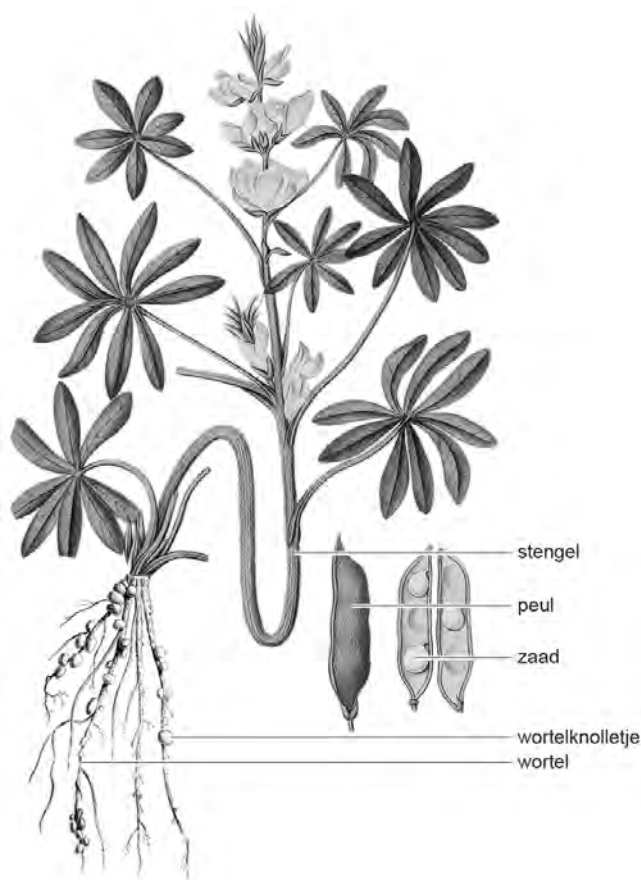
- 2p 4 Welk proces in de oogzenuw wordt verstoord door de zwelling waardoor het gezichtsvermogen mogelijk afneemt?
- A impulsgeleiding in een motorische zenuw
 - B impulsgeleiding in een sensorische zenuw
 - C impulsoverdracht in een motorische zenuw
 - D impulsoverdracht in een sensorische zenuw

Lupine als vleesvervanger

Jos en Marina zijn studenten van de Hogere Agrarische School. Tijdens hun stage bij het voedingsmiddelenbedrijf Enkco verkennen zij de mogelijkheden om lupinezaden in plaats van sojabonen te gebruiken in vleesvervangende voedingsmiddelen.

afbeelding 1

Tot nu toe is soja verreweg de belangrijkste grondstof voor vleesvervangers zoals tofu en allerlei vegetarische snacks. Om minder afhankelijk te zijn van sojaproducten gaat Enkco miljoenen investeren in het verbouwen en oogsten van eiwitrijke lupinezaden. Vroeger werd in Nederland de lupine aangeplant op voedselarme gronden voor de aanvulling van stikstofverbindingen in de bodem. Lupine (afbeelding 1) behoort tot de vlinderbloemige planten en bezit evenals de sojaplant wortelknolletjes met stikstofbindende bacteriën. In de wortelknolletjes vindt uitwisseling van stoffen plaats tussen de bacteriën en de plant.



- 2p 5 Welke relatie bestaat er tussen de bacteriën in het wortelknolletje en de lupineplant?
- A commensalisme
 - B concurrentie
 - C mutualisme
 - D parasitisme

- Suikers die in de bladcellen zijn gevormd, worden verspreid door de hele plant.
- 2p 6 Via welke vaten worden deze stoffen vervoerd naar de wortelknolletjes?
- A alleen via de bastvaten in de stengel
 - B alleen via de houtvaten in de stengel
 - C alleen via de bastvaten in de bladnerven en in de stengel
 - D alleen via de houtvaten in de bladnerven en in de stengel
 - E via de bastvaten in de bladnerven, in de stengel en in de wortel
 - F via de houtvaten in de bladnerven, in de stengel en in de wortel

Over de relatie tussen knolletjesbacteriën en lupine worden drie uitspraken gedaan:

- 1 Knolletjesbacteriën krijgen koolstofverbindingen van lupine.
 - 2 Lupine verkrijgt stikstofverbindingen van de knolletjesbacteriën.
 - 3 Lupine kan zonder knolletjesbacteriën geen anorganische stoffen uit de bodem opnemen.
- 2p 7 Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en geef achter elk nummer aan of de betreffende uitspraak juist of onjuist is.

Nu wordt lupinemeel voor snacks, brood en andere bakproducten nog geïmporteerd uit Australië. Het voedingsmiddelenbedrijf Enkco zet een productielijn voor vleesvervangers op, waar na de zomer de eerste burgers, balletjes en spiesjes van in Nederland geteelde lupine van de lopende band rollen.

Sojameel wordt op grote schaal in Nederland ingevoerd om te worden verwerkt in veevoer. Lupine lijkt een geschikte vervanger van sojameel. In Nederland wordt al geëxperimenteerd met lupine in veevoer. Ook in het kader van duurzaamheid heeft de teelt van lupine voordelen.

afbeelding 2

eenheden per 100 gram eetbaar gedeelte

	energie	eiwitten	vetten totaal	vetten verzadigd	kool- hydraten	vezels
	(kJ)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)
aardappelen, gekookt	325	2	0	0	17	3
kalfsvlees	661	32	3	1	0	0
lupinezaden, gekookt	498	16	3	0	0	11

Lupinezaden bevatten evenals sojabonen veel organische stoffen (afbeelding 2).

- 2p 8 Door welke stoffen zijn deze zaden zo geschikt voor het gebruik in vleesvervangende voedingsmiddelen?
- A door essentiële aminozuren
 - B door koolhydraten
 - C door niet-essentiële vetzuren
 - D door vezels

- 1p 9 Geef een argument waarom het gebruik van in Nederland geteelde lupinezaden milieuvriendelijker is dan het gebruik van uit Australië geïmporteerde lupinezaden.

Een belangrijke reden om in Nederland lupine te verbouwen ter vervanging van soja is dat over de hele wereld een groot deel van het areaal soja bestaat uit rassen die genetisch gemodificeerd zijn. Verschillende maatschappelijke organisaties zoals Greenpeace zijn tegen het gebruik van genetisch gemodificeerde organismen.

- 1p 10 Geef een biologisch argument dat hun standpunt ondersteunt.

Door genetische modificatie kunnen genen zijn ingebracht voor resistentie tegen ziekteverwekkers of resistentie tegen onkruidbestrijdingsmiddelen. In beide gevallen heeft een sojaboer een grotere teeltopbrengst.

- 2p 11 Leg uit hoe resistentie van sojaplanten tegen onkruidbestrijdingsmiddelen kan leiden tot een hogere soja-opbrengst.

Jos zegt dat bij soja en bij lupine dezelfde genen voor resistentie tegen een ziekteverwekker kunnen worden ingebracht.

Marina merkt op dat een sojaplant zodanig genetisch gemodificeerd kan zijn, dat de plant resistent is tegen een ziekteverwekker én resistent is tegen een onkruidbestrijdingsmiddel.

- 2p 12 Wie doet of wie doen een juiste uitspraak?

- A geen van beiden
- B alleen Jos
- C alleen Marina
- D zowel Jos als Marina

Tijdens hun opleiding hebben de studenten een experiment uitgevoerd met lupineplanten met wortelknolletjes die in een kas met radioactief stikstofgas (N_2) werden gekweekt. Na de oogst werden de zaden van de lupineplanten verwerkt in veevoer dat aan een melkkoe gevoerd werd. De studenten willen weten of de consumptie van lupine-eiwitten bijdraagt aan de productie van melk. Ze onderzoeken van de koe:

- 1 bloed
- 2 melk
- 3 urine

Uit de resultaten van hun onderzoek blijkt dat de lupine-eiwitten inderdaad bijdragen aan de productie van melk.

- 2p 13 Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en geef achter elk nummer aan of de studenten in het betreffende monster wel of geen radioactieve stikstofverbindingen hebben aangetroffen.

Boeren zullen, na jarenlange teelt van lupine op dezelfde akker, zonder bemesting, een afname in de opbrengst van lupinezaden hebben.

Stikstofverbindingen zijn hierin niet de beperkende factor.

- 1p 14 Noteer een verklaring voor afname in de zaadopbrengst.

Pandapoep geeft hoop

afbeelding 1

De reuzenpanda (*Ailuropoda melanoleuca*, afbeelding 1) vraagt bijna om uitsterven: het dier eet uitsluitend jonge bamboescheuten en de vrouwtjes zijn maar één dag per jaar vruchtbaar. Op de WNF-website is te lezen dat het aantal reuzenpanda's in het wild inmiddels is gereduceerd tot minder dan zestienhonderd exemplaren. Maar dat laatste lijkt nu mee te vallen.



Een Chinees-Brits onderzoeksteam verzamelde en analyseerde pandapoep uit het Wanglang-reservaat in China. Er werden genotypen van 66 verschillende reuzenpanda's aangetroffen, terwijl waarnemers in 1998 dachten dat er nog maar 27 van deze dieren in het reservaat rondliepen. Door hun verborgen levenswijze blijven ze vaak onopgemerkt. Als de resultaten opgaan voor heel China, dan leven er waarschijnlijk nog zo'n drieduizend reuzenpanda's in het wild.

Naast het eenzijdige voedselpatroon en de korte bevruchtingsperiode zijn er ook andere oorzaken waardoor de reuzenpanda met uitsterven bedreigd wordt.

2p **15** Noteer twee mogelijke andere oorzaken.

In verse pandapoep kunnen cellen worden aangetroffen van bamboe, cellen van de darmwand van de reuzenpanda en bacteriën uit zijn dikke darm.

1p **16** Noteer twee celkenmerken van bacteriën waardoor deze te onderscheiden zijn van beide andere celtypen.

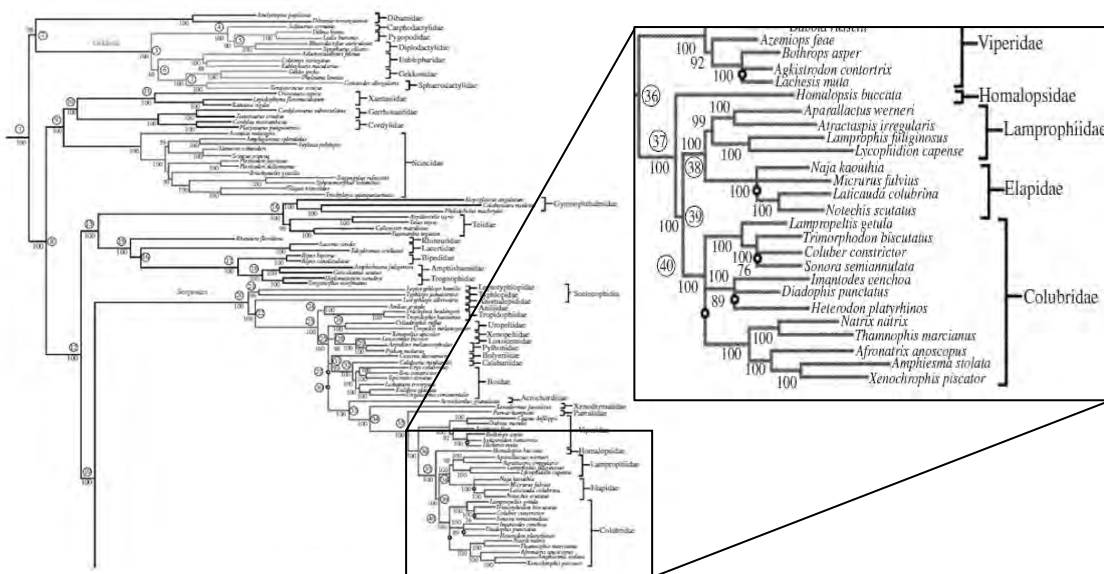
3p **17** Beschrijf hoe de onderzoekers te werk zijn gegaan om aan de hand van de verzamelde pandapoep 66 verschillende individuen te onderscheiden.

Een kruipend bestaan

Tijdens zijn hbo-opleiding bio-informatica leert Ezrin dat DNA-analyses helpen om de verwantschappen van verschillende organismen te onderzoeken en zo stambomen op grond van evolutionaire ontwikkeling (evolutionaire stambomen) te controleren en te verfijnen. Ezrin krijgt de opdracht om de verwantschap tussen pootloze reptielen te onderzoeken.

Ezrins docent toont een onderzoek waarin 44 genen van 161 reptielen zijn onderzocht op overeenkomsten en verschillen. De resultaten hebben geleid tot een complex verwantschapsdiagram met een groot aantal vertakkingen en Latijnse namen. Afbeelding 1 laat een deel van dit verwantschapsdiagram zien.

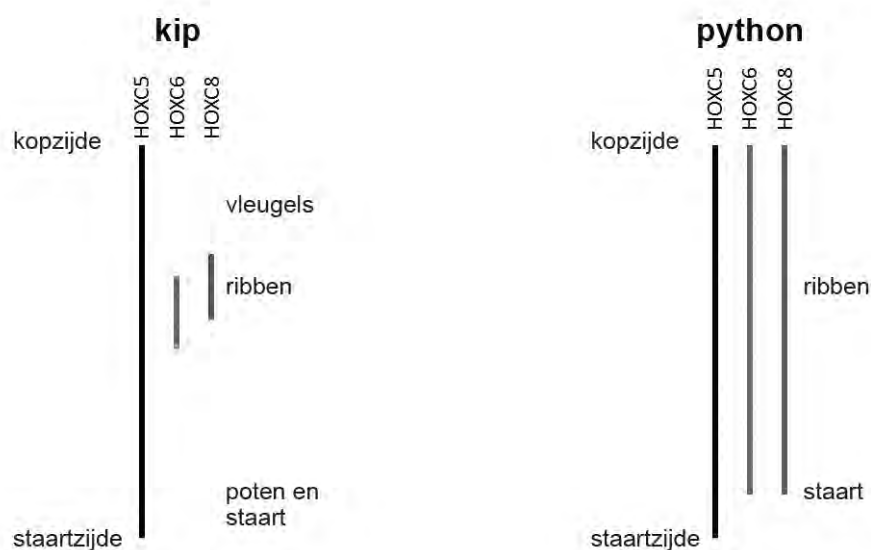
afbeelding 1



Alle reptielen stammen af van vierpotige voorouders. Toch zijn er meerdere groepen reptielen die tegenwoordig pootloos door het leven gaan. De bekendste zijn de slangen, maar er zijn ook pootloze hagedissen zoals de hazelwormen en wormhagedissen.

Dat slangen geen poten hebben, is het gevolg van afwijkende genexpressie van drie genen tijdens de embryonale ontwikkeling. Dit zijn de zogenaamde HOX-genen: HOXC5, HOXC6 en HOXC8. Deze genen zijn ook betrokken bij de ontwikkeling van de ribben. Bij gewervelde dieren ontwikkelen ribben zich op de plaats waar deze drie genen tegelijk tot expressie komen. Bij de kip is dat maar in een klein gedeelte, terwijl de drie genen bij een slang, zoals de python, bijna over de gehele lengte tot expressie komen (afbeelding 2).

afbeelding 2

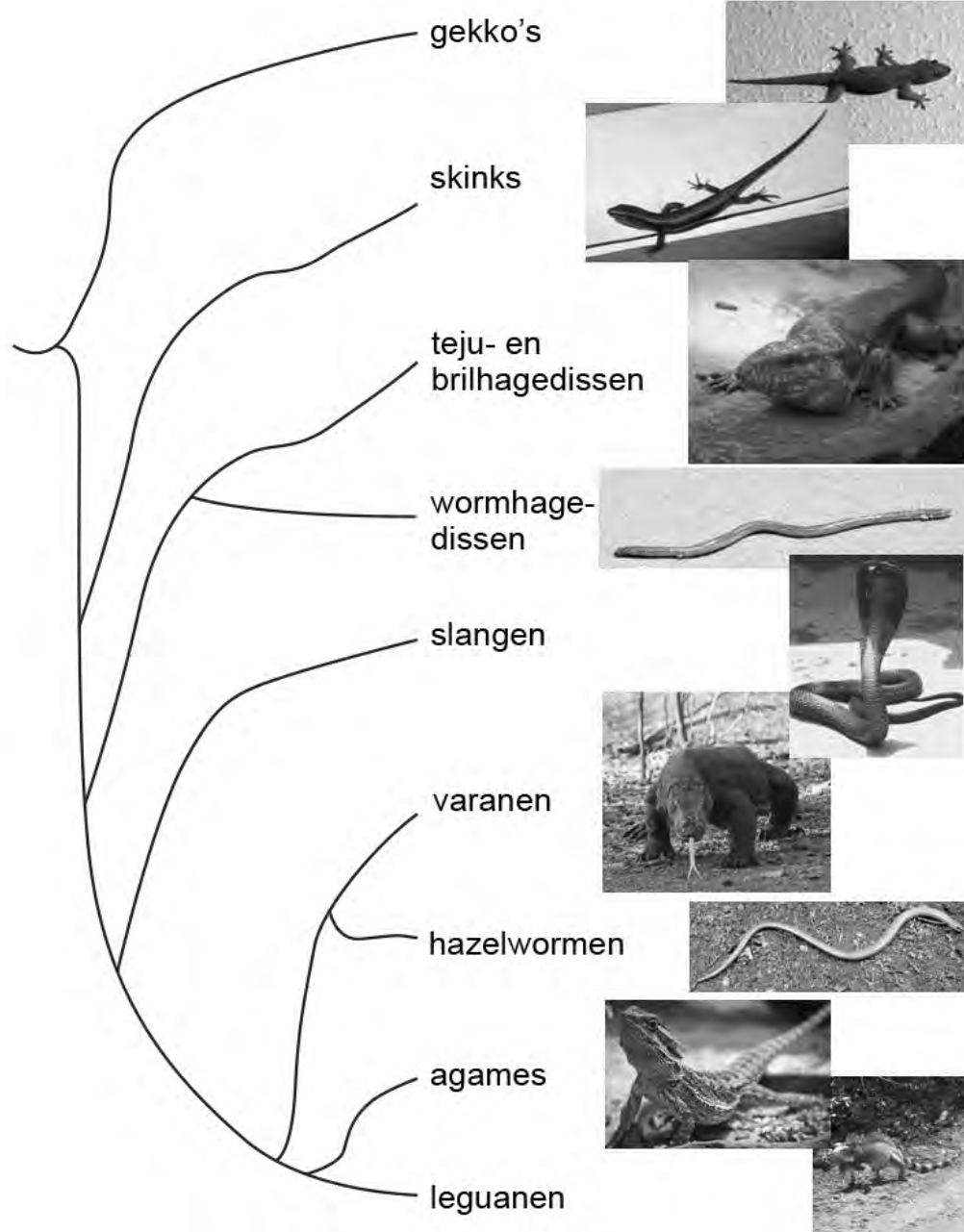


De lijn onder elk gen geeft de plaats van expressie aan langs de lengteas van de zich ontwikkelende embryo's.

- In afbeelding 2 is te zien dat expressie van de HOX-genen HOXC6 en HOXC8 bepalend is voor de ontwikkeling van achterpoten.
- 2p 18 Wat ontbreekt er van deze HOX-genen in de cellen aan de staartzijde van een kippenembryo zodat daar poten kunnen ontstaan?
- A een allel
 - B het DNA
 - C het genoom
 - D het mRNA

Ezrin bestudeert het volledige verwantschapsdiagram (afbeelding 1) en vereenvoudigt de resultaten tot een evolutionaire stamboom, waarin hij naast de slangen nog acht groepen hagedissen, waaronder twee pootloze groepen, weergeeft (afbeelding 3).

afbeelding 3



Uit de evolutionaire stamboom (afbeelding 3) blijkt dat de meeste hagedissen meer verwant zijn aan de slangen dan aan een bepaalde andere groep hagedissen uit de evolutionaire stamboom.

1p 19 Welke groep hagedissen is volgens deze stamboom het **minst** verwant aan alle overige hagedissen?

- Ezrin bestudeert ook de DNA-gegevens die de onderzoekers gebruikt hebben voor het samenstellen van het verwantschapsdiagram.
- 2p 20 Tussen welke van de volgende groepen hagedissen zal hij de meeste overeenkomsten in hun DNA vinden?
- A tussen varanen en leguanen
 - B tussen varanen en skinks
 - C tussen varanen en slangen
 - D tussen varanen en brilhagedissen

- Ezrin vraagt zich af of alle pootloze hagedissen en slangen ontstaan zijn uit één gemeenschappelijke voorouder waarbij de poten zijn verdwenen. Met behulp van de evolutionaire stamboom (afbeelding 3) kan hij de vraag beantwoorden over het ontstaan van de eigenschap pootloos.
- 2p 21 Welk antwoord hierop is het meest waarschijnlijk?
- A Bij slangen, hazelwormen en wormhagedissen is deze eigenschap onafhankelijk van elkaar ontstaan.
 - B Hazelwormen en wormhagedissen hebben deze eigenschap van één gemeenschappelijke pootloze voorouder geërfd, bij slangen is deze eigenschap onafhankelijk ontstaan.
 - C Slangen en wormhagedissen hebben deze eigenschap van één gemeenschappelijke pootloze voorouder geërfd, bij hazelwormen is deze eigenschap onafhankelijk ontstaan.
 - D Slangen en hazelwormen hebben deze eigenschap van één gemeenschappelijke pootloze voorouder geërfd, bij wormhagedissen is deze eigenschap onafhankelijk ontstaan.

Zwarte Dood

Tijdens zijn vakantie in de Verenigde Staten bezoekt Wouter het Grand Canyon National Park. In een van de parkwachtershutten hangt een informatiebulletin over de pest.

“De pest komt toch al eeuwen niet meer voor?”, vraagt Wouter aan de dienstdoende parkwachter.

“Toch wel”, antwoordt deze. “Veel knaagdieren in verschillende staten zijn nog steeds drager van de ziekteverwekker van de pest”.

Zou dat dezelfde zijn als de ziekteverwekker die in de middeleeuwen de Zwarte Dood heeft veroorzaakt, vraagt Wouter zich af? Op Wikipedia vindt hij de volgende informatie.

In de 14e eeuw is ongeveer een derde van de Europeanen tijdens een epidemie aan de Zwarte Dood gestorven. De ziekteverwekker is *Yersinia pestis*, een bacterie die wordt overgedragen van knaagdieren, via vlooien, op mensen.

Symptomen in de eerste dagen na besmetting zijn rillerigheid en koorts.

Als de infectie zich uitbreidt naar de lymfeklieren, zwellen deze op.

Daarom wordt de ziekte ook wel builenpest genoemd. Bij tijdige behandeling, of als het afweersysteem de ziekte onder controle krijgt, verdwijnen deze builen en treedt genezing op.

Indien de bacterie uit de lymfeklieren ontsnapt, kunnen organen zoals de longen worden aangetast of kan de bloedbaan geïnfecteerd raken.

- 2p 22 Vlooien bijten hun slachtoffers om bloed op te zuigen uit de haarvaten. In welke eigenschap verschillen haarvaten van aders en slagaders, waardoor haarvaten voor vlooien geschikter zijn om bloed uit op te zuigen?
- A De bloeddruk in haarvaten is lager dan die in aders en slagaders.
 - B De stroomsnelheid van het bloed in haarvaten is lager dan die in aders en slagaders.
 - C De wand van haarvaten is dunner dan die van aders en slagaders.
 - D De zuurstofconcentratie in haarvaten is hoger dan die in aders en slagaders.

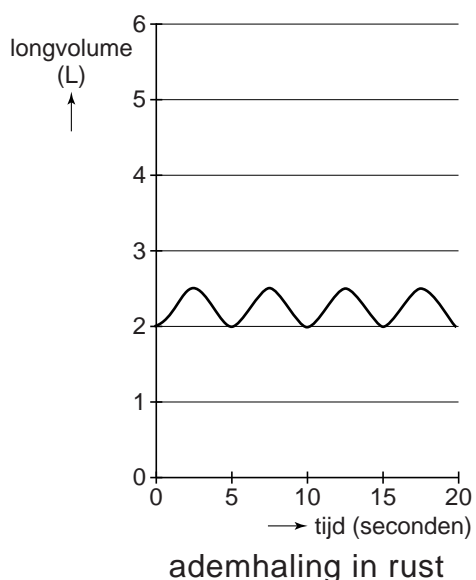
- Sommige stoffen uit het opgezogen bloed worden in de darmen van de vlo enzymatisch verteerd zodat de vlo ze als bouwstof kan gebruiken. Vier stoffen of groepen van stoffen in het opgezogen bloed zijn: aminozuren, antistoffen, glucose en hemoglobine.
- 2p **23** Welke van deze moeten verteerd worden zodat de vlo ze als bouwstof kan gebruiken?
- A aminozuren en glucose
 - B aminozuren en hemoglobine
 - C antistoffen en glucose
 - D antistoffen en hemoglobine
- De eerste dagen na besmetting is een patiënt rillerig en krijgt hij koorts. Is er een verband tussen de rillerigheid en de koorts van de patiënt? Zo ja, wat is dan het verband?
- 2p **24**
- A Nee, er is geen verband tussen deze twee symptomen.
 - B Ja, doordat de normwaarde in het temperatuurcentrum hoger is afgesteld dan normaal, treden er rillingen op waardoor de lichaamstemperatuur wordt verhoogd.
 - C Ja, doordat de normwaarde in het temperatuurcentrum lager is afgesteld dan normaal, treden er rillingen op waardoor de lichaamstemperatuur wordt verlaagd.
- In tegenstelling tot in de middeleeuwen is tegenwoordig behandeling mogelijk als iemand met de pestbacterie besmet is. Indien de infectie de bloedbaan bereikt, treedt bloedvergiftiging op. Als er in dat stadium niet snel met een behandeling wordt gestart, overlijdt de patiënt binnen enkele dagen doordat vitale organen worden aangetast.
- 2p **25**
- Verklaar waarom vaccinatie in dit geval geen zin heeft.
 - Noteer een behandeling die in deze situatie wel geschikt is.
- Wouter wil weten of de pest waarvoor nu gewaarschuwd wordt in de Verenigde Staten, dezelfde is als de Zwarte Dood uit de middeleeuwen. In een recent nieuwsbericht vindt hij dat uit DNA-onderzoek aan botten, afkomstig van een kerkhof met slachtoffers van de Zwarte Dood, blijkt dat het inderdaad dezelfde ziekte betreft.
- 2p **26** Welke resultaten leidden tot deze conclusie?

Practicum ademhaling

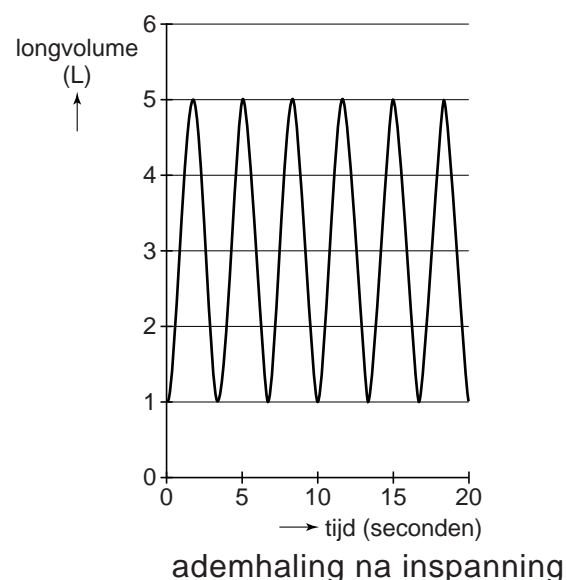
Gaby, Patrick en Chantal doen een practicum om de invloed van inspanning op de ademhaling te bepalen.

De leerlingen doen metingen aan het ademvolume en aan de ademhalingsfrequentie van Gaby. Eén meting tijdens rust en één meting na inspanning. De resultaten geven ze weer in twee respirogrammen; ademhaling in rust: afbeelding 1a, en ademhaling na inspanning: afbeelding 1b. Ze nemen aan dat het restvolume 1,0 liter is. Met behulp van deze twee diagrammen bepalen de leerlingen het ademminuutvolume: het volume lucht dat per minuut wordt ververst.

afbeelding 1a



afbeelding 1b



Ga ervan uit dat Gaby na inspanning (afbeelding 1b) maximaal in- en uitademt.

- 1p **27** Hoe groot is haar vitale capaciteit?
- 2p **28** – Bereken hoe groot Gaby's ademminuutvolume is in rust. Geef je antwoord in hele liters.
 – Bereken hoeveel maal groter haar ademminuutvolume is na inspanning.

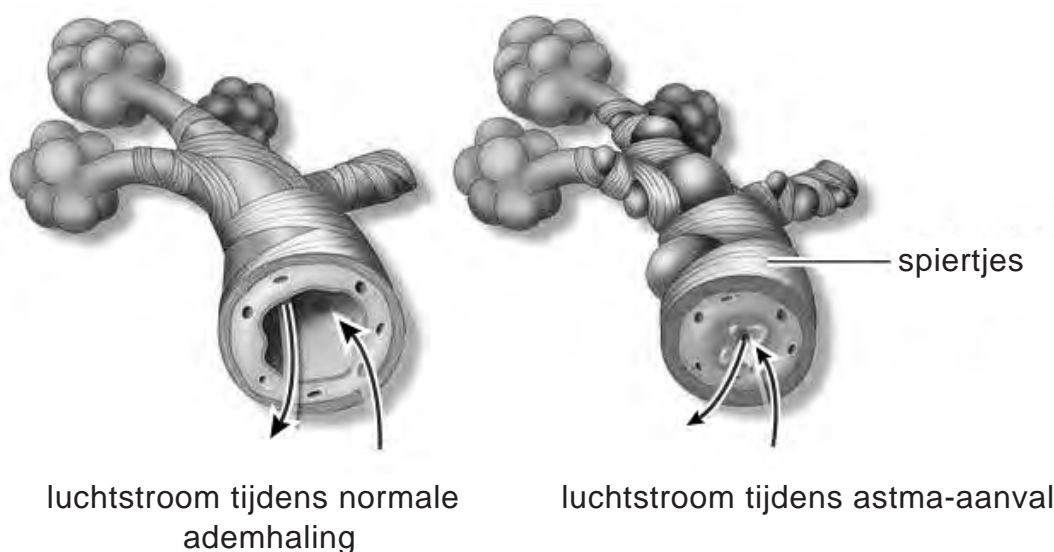
De tweede meting werd gedaan na de inspanning. Een deel van de extra zuurstof die dan wordt opgenomen, is nodig omdat na de inspanning enkele spieren en/of spiergroepen actiever zijn dan tijdens de eerste meting (tijdens rust).

- 2p **29** Noteer drie spieren en/of spiergroepen waar tijdens meting 2 meer spieractiviteit is dan tijdens meting 1.

- Na een flinke inspanning wordt ook zuurstof verbruikt om het product van de anaerobe dissimilatie om te zetten.
- 2p 30 – Welk product is dit?
 – In welk orgaan vindt deze omzetting voornamelijk plaats?

Chantal lijdt aan astma. Bij een acute astma-aanval zijn het vooral de spiertjes rond de bronchioli (afbeelding 2) die zich samentrekken.

afbeelding 2



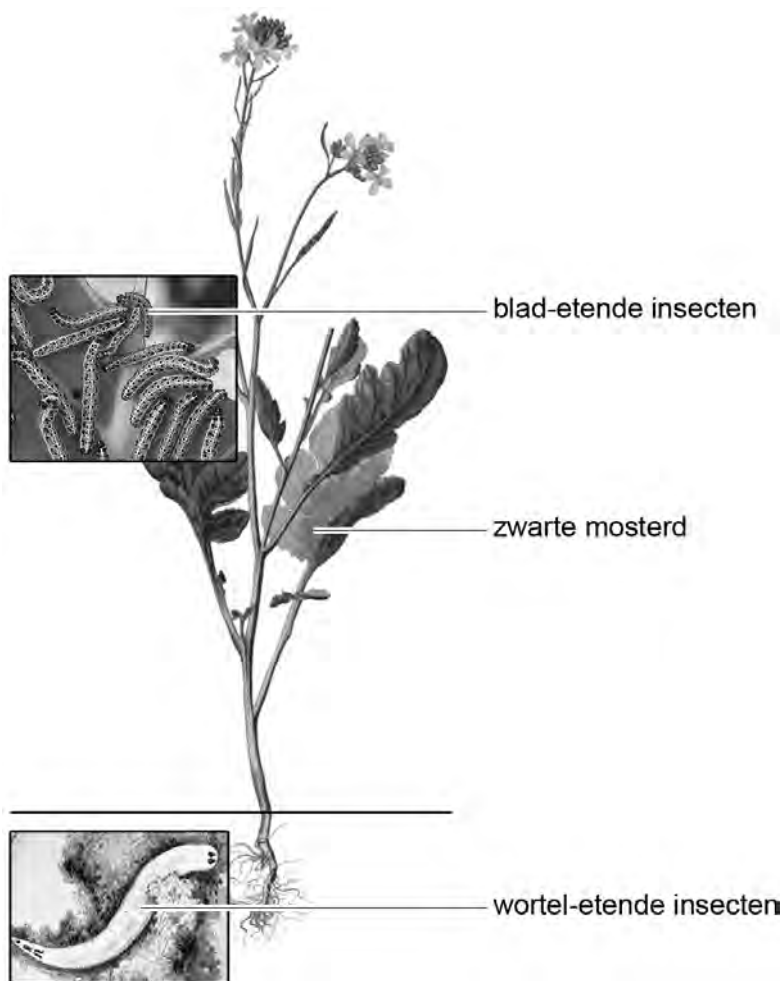
- De leerlingen willen in een respirogram weergeven hoe de ademhaling van Chantal verschilt met die van Gaby. Hierbij gaan ze ervan uit dat Chantal, hoewel ze op dat moment veel last heeft van astma, ongeveer hetzelfde ademminuutvolume tijdens rust wil bereiken als Gaby.
- 2p 31 – Is haar ademfrequentie hoger, lager of gelijk aan die van Gaby?
 – Is haar ademvolume groter, kleiner of gelijk aan dat van Gaby?

- Als ze klaar zijn met de metingen, inhaleert Chantal een medicijn dat de spiertjes rond de bronchioli doet ontspannen. Dit medicijn heeft een werking die overeenkomt met het effect van een bepaald hormoon. Een bekende bijwerking van het medicijn is dat het de hartwerking beïnvloedt.
- 2p 32 Welk gevolg kan optreden als bijwerking van dit medicijn?
- A Het hart gaat onregelmatig kloppen.
 B Het hart gaat sneller kloppen.
 C Het hart gaat trager kloppen.
 D Het slagvolume wordt kleiner.

Plant vormt 'groene telefoonlijn'

Planten-etende insecten die boven de grond leven, ontvangen via planten signalen als deze planten ondergronds 'bezet' zijn door wortel-etende insecten. Tot deze conclusie komt ecooloog Roxina Soler.

afbeelding 1



Door vraat van wortel-etende insecten, zoals larven van de wortelvlieg, produceren planten stoffen die via de bladeren worden afgegeven. Daar worden deze signalen opgepikt door bovengrondse insecten, die de bezette plant dan meestal mijden. De plant fungeert zo als een 'groene telefoonlijn': een ingenieus systeem dat voorkomt dat de insecten onnodig met elkaar concurreren (afbeelding 1).

In eerder onderzoek ontdekte Soler dat larven van verschillende soorten bovengrondse insecten zich slecht ontwikkelen wanneer zij leven op een plant die al is aangevreten door ondergrondse bewoners. Andersom geldt hetzelfde: ook ondergrondse larven groeien slecht bij de aanwezigheid van bovengrondse planten-etende insecten.

- 2p 33 Leg uit dat de ondergrondse larven minder goed groeien bij de aanwezigheid van bovengrondse planten-etende insecten.

Soler deed haar onderzoek in een modelsysteem zoals deels weergegeven in afbeelding 1. Als modelplant wordt gewerkt met zwarte mosterd (*Brassica nigra*). Die wordt ondergronds belaagd door de larven van de wortelvlieg (*Chamaepsila rosae*). De bovengrondse knagers zijn rupsen van het koolwitje (*Pieris brassicae*) met als natuurlijke vijand de sluipwesp *Cotesia glomerata*, die op haar beurt wordt belaagd door de hyperparasiterende sluipwesp *Lysibia nana*.

Uit de experimenten van Soler blijkt duidelijk dat wortelvraat door de larven van de wortelvlieg de groei van de koolplanten en van de daarop levende rupsen van het koolwitje vermindert.

In de tekst wordt een voedselweb beschreven.

- 2p 34 – Teken dit voedselweb.
– Geef met de pijlen de richting van de energiestroom aan.

Leerlingen discussiëren over de energiestroom en kringloop van stoffen in dit modelsysteem. Dit gaat aan de hand van de volgende uitspraken:

- 1 Amino-zuren die door de mosterdplant zijn geassimileerd, kunnen later in de eiwitten van de wortelvlieg en van de hyperparasiterende sluipwesp worden aangetroffen.
- 2 Eiwitten van het koolwitje kunnen worden teruggevonden in het bloed van de hyperparasiterende sluipwesp.
- 3 Zetmeelmoleculen moeten door de rupsen van het koolwitje en de larven van de wortelvlieg eerst worden verteerd voordat de verteringsproducten door deze dieren kunnen worden opgenomen.

- 2p 35 Noteer de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar op je antwoordblad en geef achter elk nummer aan of de betreffende uitspraak juist of onjuist is.

De signaalstoffen die onder invloed van vraat door wortel-etende insecten worden afgegeven, zouden door boeren gebruikt kunnen worden voor het beperken van vraat aan gewassen.

- 2p 36 Tegen welke van de eerder genoemde insecten zou dit middel kunnen worden ingezet als gewasbescherming?
- A alleen tegen koolwitjes
 - B alleen tegen sluipwespen
 - C alleen tegen wortelvliegen
 - D tegen koolwitjes en sluipwespen
 - E tegen sluipwespen en wortelvliegen

Veiliger in een linksdraaiend huisje

De meeste slakken hebben een rechtsdraaiend slakkenhuis. Een linksdraaiend huisje is een zeldzaamheid.

Slakken met linksdraaiende huisjes zijn over het algemeen in het nadeel. De ligging van de geslachtsopening van de slak maakt namelijk alleen paring tussen slakken met overeenkomstige huisjes mogelijk (afbeelding 1). En aangezien er nauwelijks slakken met linksdraaiende huisjes zijn, is de kans klein dat zij een geschikte partner vinden.

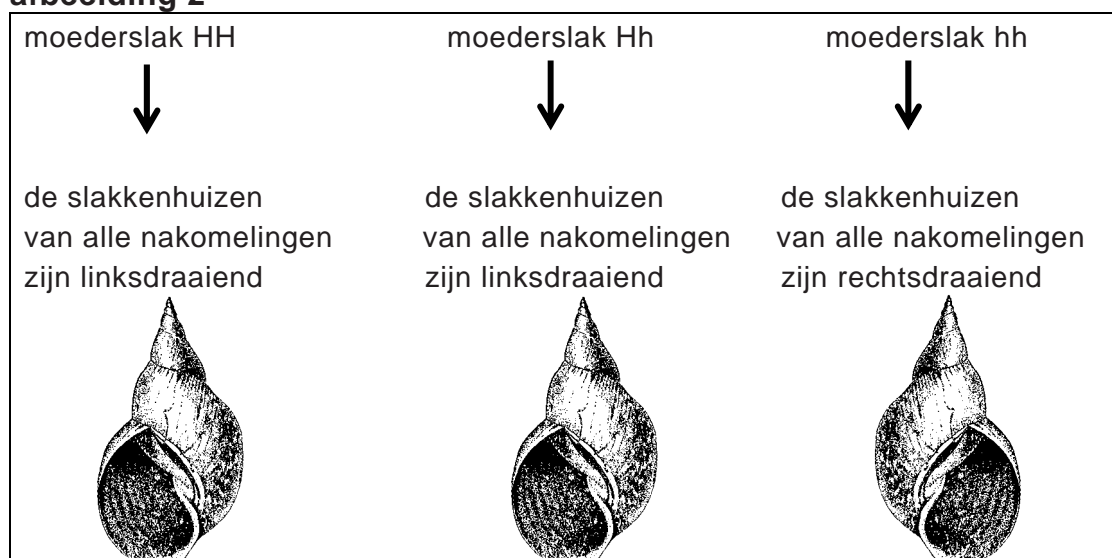
afbeelding 1



Japanse onderzoekers waren dan ook verbaasd toen ze in een populatie *Satsuma*-slakken relatief veel linksdraaiende huisjes aantroffen. Waarschijnlijk komt dit door selectiedruk, veroorzaakt door de slakken-etende slang *Pareas iwasakii*.

De draairichting van een slakkenhuis wordt door slechts één gen bepaald. Het ontstaan van de draairichting van het slakkenhuis bij een embryo hangt alleen af van het genotype van de moederslak. Als de moederslak ten minste eenmaal het autosomale allel H voor linksdraaiende slakkenhuizen in haar genotype heeft, dan delen de cellen van het embryo zich volgens een afwijkend patroon, waardoor een linksdraaiende variant ontstaat (afbeelding 2).

afbeelding 2



Drie slakken en hun genotype zijn:

- P, een mannetjesslak met genotype HH;
- Q, een vrouwtjesslak met genotype HH;
- R, een mannetjesslak met genotype Hh.

- 2p 37 Welke van deze slakken hebben **zeker** een linksdraaiend huisje?
- A geen van deze slakken
 - B alleen P en Q
 - C alleen P en R
 - D alleen Q en R
 - E zowel P, Q als R

- 2p 38 Een heterozygoot vrouwtje paart met een homozygoot recessief mannetje. Hoeveel procent van de vrouwelijke nakomelingen die hieruit ontstaan, zal zelf nakomelingen met linksdraaiende huisjes krijgen?
- A 0%
 - B 25%
 - C 50%
 - D 75%
 - E 100%

Je zou kunnen stellen dat de slakken met linksdraaiende huisjes uit een bepaald gebied tot een aparte populatie behoren, omdat ze zich niet meer voortplanten met slakken met rechtsdraaiende huisjes uit hetzelfde gebied. Na verloop van tijd zullen in de populatie slakken met linksdraaiende huisjes andere mutaties in genen voorkomen dan in de populatie slakken met rechtsdraaiende huisjes. Hierdoor bestaat de kans dat er versnelde soortvorming optreedt.

- 1p 39 Beschrijf een andere oorzaak waardoor twee populaties van dezelfde slakkensoort zich niet meer met elkaar voortplanten.

In een populatie slakken treden in de loop van de tijd veranderingen op in de genen.

- 2p 40 Welke bewering hierover is juist?
- A Alleen mutaties die een voordeel bieden, worden doorgegeven aan het nageslacht.
 - B Genen die een voordeel opleveren, zullen vaker muteren.
 - C Mutaties die een voordeel bieden, hebben meer kans voor te komen in het nageslacht.

De Japanse slakken worden gegeten door *Pareas iwasakii*, een slakken-etende slang met een asymmetrische kaak: de ene kant heeft veel meer tanden dan de andere kant (afbeelding 3). Door deze verdeling van tanden kan de slang een slak makkelijker uit een rechtsdraaiend huisje trekken dan uit een linksdraaiend huisje.

afbeelding 3



De onderzoekers formuleerden de volgende hypothese: Predatie door de slang *Pareas iwasakii* leidt tot positieve selectie van slakken met linksdraaiende huisjes.

Om hun hypothese te testen lieten de onderzoekers slakken met linksdraaiende huisjes en slakken met rechtsdraaiende huisjes los in glazen bakken met de slakken-etende slangen.

De resultaten van dit onderzoek bevestigden de hypothese.

1p 41 Welk resultaat vonden de onderzoekers?