

VMBO-GT

Biologie voor jou

Uitwerkingenboek

bvj



3GT uitwerkingen

Biologie voor jou

bvj

EINDREDACTIE

Lineke Pijnappels
Linie Stam

AUTEURS

Lizzy Bos-van der Avoort
Nicolien Dijkstra
Froukje Gerrits
Michiel Kelder
Rik Smale
Tom Tahey

MAX RELEASE 8.1

MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

MALMBERG

© Malmberg 's-Hertogenbosch

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave (met uitzondering van de bijlagen) mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van 23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

Inhoudsopgave

3 Erfelijkheid en evolutie

INTRODUCTIE

Opdrachten voorkennis	5
-----------------------	---

BASISSTOF

1	Genotype en fenotype	7
2	Genen	10
3	Kruisingen	13
4	Stambomen	17
5	Variatie in genotypen	21
6	Evolutie	24
7	Verwantschap	28
8	DNA-technieken (SE)	32
	Samenhang	35
	<i>Detoxduiven op de Dam</i>	

ONDERZOEK

Leren onderzoeken	39
Practica	40

EXAMENOPGAVEN	41
---------------	----

Wat weet je al over erfelijkheid en evolutie?

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1

Over welk type voortplanting gaat de zin?

- a Twee geslachtscellen versmelten.
 - ☒ A geslachtelijke voortplanting
 - ☐ B ongeslachtelijke voortplanting
 - ☐ C beide
- b Er vindt bevruchting plaats.
 - ☒ A geslachtelijke voortplanting
 - ☐ B ongeslachtelijke voortplanting
 - ☐ C beide
- c De nakomelingen hebben dezelfde erfelijke eigenschappen als de ouders.
 - ☐ A geslachtelijke voortplanting
 - ☒ B ongeslachtelijke voortplanting
 - ☐ C beide
- d De nakomelingen hebben verschillende erfelijke eigenschappen.
 - ☒ A geslachtelijke voortplanting
 - ☐ B ongeslachtelijke voortplanting
 - ☐ C beide

2

In afbeelding 1 is schematisch weergegeven hoe geslachtelijke voortplanting verloopt.

Zet de juiste woorden bij de nummers. Gebruik daarbij: *bevruchte eicel* – *bevruchting* – *celkern* – *chromosoom* – *zaadcel*.

- 1 = **zaadcel**
- 2 = **chromosoom**
- 3 = **celkern**
- 4 = **bevruchting**
- 5 = **bevruchte eicel**

3

Welk woord hoort bij de omschrijving? Het aantal letters is al gegeven.

- | | | |
|---|--|--------------|
| 1 | In deze cel komen de chromosomen enkelvoudig voor (12 letters). | geslachtscel |
| 2 | Mannelijk geslachtschromosoom (1 letter). | Y |
| 3 | Lange dunne 'draden' in de celkern (11 letters). | chromosomen |
| 4 | Stof die de informatie bevat voor erfelijke eigenschappen (3 letters). | DNA |
| 5 | De stukjes DNA die samen de erfelijke informatie bevatten voor een erfelijke eigenschap (3 letters). | gen |
| 6 | De informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme (8 letters). | genotype |
| 7 | Alle eigenschappen van een organisme, zoals het uiterlijk (8 letters). | fenotype |

4

Vergelijk de gewone celdeling met de reductiedeling.

- 1 Een andere naam voor de gewone celdeling is *meiose* / *mitose*.
Een andere naam voor de reductiedeling is *meiose* / *mitose*.
- 2 Bij de reductiedeling worden *geslachtscellen* / *lichaamscellen* gevormd.
Bij de gewone celdeling worden *geslachtscellen* / *lichaamscellen* gevormd.
- 3 In de dochtercellen komen de chromosomen in paren voor.
gewone celdeling / *reductiedeling*
- 4 Eerst gaan de chromosomen van elk paar uit elkaar en daarna de DNA-ketens van elk chromosoom.
gewone celdeling / *reductiedeling*
- 5 Het doel van deze celdeling is de vorming van nieuwe cellen voor groei, vervanging en herstel.
gewone celdeling / *reductiedeling*

5

In afbeelding 2 zie je een gedeelte uit een stamboom van katachtigen.

- a Welke gemeenschappelijke voorouder leefde het kortst geleden?
de voorouder van de *lynx* en de *huiskat* / *Bengaalse kat* en de *huiskat*
- b Welke katachtige is het meest verwant aan de huiskat? En welke het minst?
 - 1 Het meest verwant aan de huiskat is de *Bengaalse kat* / *lynx* / *poema*.
 - 2 Het minst verwant aan de huiskat is de *Bengaalse kat* / *lynx* / *poema*.
- c Hoe meer het DNA van twee soorten overeenkomt, hoe *korter* / *langer* geleden hun gemeenschappelijke voorouder leefde.
- d Van welke katachtige komt het DNA het meest overeen met dat van de lynx?
Bengaalse kat / *lynx* / *poema*

1 Genotype en fenotype

KENNIS

1

- a Elk chromosoom bevat *één-gen* / meerdere *genen*.
- b De informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme heet het *genotype* / *fenotype*.
Alle eigenschappen van een organisme heet het *genotype* / *fenotype*.

2

Vul achter elke cel in hoeveel allelen er zijn per erfelijke eigenschap (per gen).

Bevruchte eicel:	2
Eicel:	1
Lichaamscel:	2
Zaadcel:	1

3

Samenvatting

Zet de volgende begrippen onder elkaar, van groot naar klein. Omschrijf bij elk begrip in eigen woorden wat het betekent. Je mag ook een voorbeeld gebruiken of een tekening.

allel – celkern – chromosomen – fenotype – gen – genotype

fenotype	alle eigenschappen van een organisme, bijv. blauwe ogen en karakter
genotype	alle informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme
celkern	deel van de cel waarin de chromosomen zitten
chromosomen	bestaan uit DNA, zitten in paren in de celkern en bevatten genen
gen	de informatie voor één erfelijke eigenschap, bijv. de haarkleur
allel	variant van een gen op één chromosoom, bijv. (de informatie voor) zwart haar of bruin haar

INZICHT

4

Welke eigenschappen zijn erfelijk? Kies uit: *behaarde bladeren – bladeren die slap hangen – bladeren met stekels – blauwe ogen – huid met weinig rimpels door botoxinjecties – kort haar – litteken – piercings in het gezicht – rode bloemen – wipneus – zwaar lichaam door speciale voeding.*

Erfelijke eigenschappen zijn: behaarde bladeren, bladeren met stekels, blauwe ogen, rode bloemen, wipneus. (Eigenschappen die erfelijk zijn, liggen vast op de genen. Deze eigenschappen worden ook doorgegeven aan de nakomelingen. Te weinig water, botoxinjecties, de kapper, een wond, piercings en speciale voeding zijn invloeden uit de omgeving.)

5

In afbeelding 4 zie je een hortensia, een struik die in veel tuinen voorkomt. De kleur van de bloemen is niet altijd hetzelfde. Ze kunnen roze, wit, paars of blauw worden. In zure grond worden de bloemen blauw. Als de grond niet zuur is, zijn de bloemen roze. Tuinliefhebbers voegen vaak kalk aan de grond toe om de grond minder zuur te maken. Zo krijgen ze roze bloemen aan de plant.

- a Een tuinliefhebber heeft in de tuin een hortensia met roze bloemen.
Welke twee factoren bepalen de kleur van de bloemen?
Het genotype en de zuurgraad van de grond bepalen de kleur (het fenotype). De zure grond is een invloed uit het milieu.
- b Een tuinder snijdt een stekje van de plant af en geeft dat cadeau aan een vriend. De vriend zet het stekje in de tuin. Het jaar daarop komen er blauwe bloemen aan de plant.
Is het genotype van de nieuwe plant anders dan het genotype van de oorspronkelijke plant?
Leg je antwoord uit.
Het genotype blijft hetzelfde. Een stek is een deel van de plant dat uitgroeit tot een nieuwe plant. Het genotype verandert niet tijdens het leven.
- c Leg uit waardoor het fenotype van de plant is veranderd.
Het fenotype is veranderd doordat de grond zuur is. Daardoor krijgt de plant blauwe bloemen. (De zure grond is een invloed uit het milieu.)
- d Sommige mensen denken dat grond zuurder wordt als je er roestige spijkers in stopt.
Beschrijf een proef waarmee je kunt onderzoeken of dit idee juist is. Beschrijf ook het resultaat van de proef als het idee juist is.
Twee planten staan in twee aparte potten. In beide potten zit niet-zure grond van dezelfde samenstelling. Aan één pot worden roestige spijkers toegevoegd.
De bloemen aan de plant bij de roestige spijkers zullen blauw worden als het idee juist is. (Bij een experiment moet je altijd één factor veranderen in de onderzoeksgroepen. In dit geval zorgen de spijkers voor dit verschil. De spijkers maken de grond misschien zuur en dat wil je onderzoeken.)
- e Voordat je een onderzoek start, formuleer je een onderzoeksvraag, een hypothese en een verwachting.
Bij welke stap van een onderzoek hoort het idee dat roestige spijkers de grond zuurder maken?
Dit idee is een hypothese. (De hypothese is een algemeen antwoord op de onderzoeksvraag, waarbij je gebruikmaakt van wat je al weet. De onderzoeksvraag zou zijn: Wordt grond zuurder als je er roestige spijkers in stopt? Een verwachting is een voorspelling van de resultaten, bijvoorbeeld: Ik verwacht dat de bloemen van de plant in de pot met roestige spijkers blauw worden.)

6

In afbeelding 5 zie je de bevruchting en de ontwikkeling van de bevruchte eicel tot een baby.

- a Tussen welke twee stappen komt het genotype tot stand? Leg je antwoord uit.
Tussen stap 1 en 2. Tussen stap 1 en 2 versmelt de kern van de zaadcel met de kern van de eicel. De enkelvoudige chromosomen uit de eicel en de zaadcel komen bij elkaar. De bevruchte eicel bevat weer twee allelen per gen. De complete genen vormen het genotype.
- b Zijn de genen in een spiercel van deze baby gelijk aan de genen in de bevruchte eicel, of zijn ze verschillend? Leg je antwoord uit.
Deze genen zijn gelijk. Alle lichaamscellen zijn door mitose uit de bevruchte eicel ontstaan. Ze hebben daardoor dezelfde genen als de bevruchte eicel.
- c Leg uit hoe het komt dat bij deze baby de witte bloedcellen andere eigenschappen hebben dan de spiercellen.
De cellen verschillen van elkaar doordat verschillende genen 'aan' staan. In de witte bloedcellen staat het gen voor de eigenschappen van witte bloedcellen aan, maar in de spiercellen niet.

+7

Lees de tekst 'Blowen en risico op psychosen'.

- a Het COMT-gen kent twee varianten.

Wat is een ander woord voor een 'variant van een gen'?

Een ander woord voor 'variant van een gen' is allel.

- b Welke twee varianten zijn er van het COMT-gen?

Er zijn twee varianten: het Met-allel en het Val-allel.

- c In de tekst staat dat er drie combinaties mogelijk zijn met twee allelen. Leg dat uit.

Er zijn met twee allelen drie combinaties mogelijk, omdat het gen bestaat uit twee allelen met voor elk allel twee mogelijkheden (Met of Val). Daardoor kun je drie combinaties maken: Met-Met, Met-Val en Val-Val. (De combinatie Met-Val is gelijk aan de combinatie Val-Met.)

- d Verandert blowen het genotype van de gebruiker? Leg je antwoord uit.

Blowen verandert het genotype van de gebruiker niet, want de genen van de gebruiker veranderen niet tijdens het leven.

- e Krijgt een persoon met de Met-Met-variant nooit een psychose na het gebruik van cannabis?

Leg je antwoord uit door de juiste zin te citeren uit de tekst.

Een persoon met de Met-Met-variant kan wel een psychose krijgen (maar die kans is klein). Citaat is de laatste zin van de tekst: 'Met de Met-Met-combinatie heb je de kleinste kans op een psychose na cannabisgebruik.' (Ieder individu kan een psychose krijgen, maar sommige genotypen verhogen de kans erop.)

2 Genen

KENNIS

1

- Een persoon die in elke celkern twee allelen heeft voor steil haar, is voor deze eigenschap *heterozygoot* / *homozygoot*.
(Homozygoot betekent dat er twee dezelfde allelen in het genotype zijn.)
- Een persoon die in elke celkern twee allelen heeft voor krullend haar, is voor deze eigenschap *heterozygoot* / *homozygoot*.
(Een persoon is heterozygoot met twee ongelijke allelen.)
- Een persoon die heterozygoot is voor de eigenschap haarvorm, heeft in elke celkern twee *dezelfde* / *verschillende* allelen voor deze eigenschap.
(Een persoon is heterozygoot met twee ongelijke allelen.)

2

Bij rozen zijn er allelen voor rode bloemkleur en voor witte bloemkleur. In het fenotype komen rode, witte en roze bloemen voor.

- Welk fenotype is het intermediaire fenotype bij rozen?
 - ☐ A rode bloemen
 - ☒ B roze bloemen
 - ☐ C witte bloemen
 (Intermediaire eigenschappen zijn een mengvorm van de eigenschappen die bij beide allelen horen.)
- Welke genotypen hebben de rozen met rode, witte en roze bloemen?
 - De plant met rode bloemen heeft genotype: $A_r A_r$ / $A_w A_w$ / $A_r A_w$
 - De plant met witte bloemen heeft genotype: $A_r A_r$ / $A_w A_w$ / $A_r A_w$
 - De plant met roze bloemen heeft genotype: $A_r A_r$ / $A_w A_w$ / $A_r A_w$
- Een andere plantensoort is heterozygoot voor bloemkleur en heeft een allel voor rode bloemen en een allel voor witte bloemen. Deze plant heeft rode bloemen als fenotype. Heeft deze plantensoort een intermediair fenotype? *ja* / *nee*
Het allel voor rode bloemen is *dominant* / *recessief* / *geen van beide*.

3

Samenvatting

Zet bij de volgende begrippen een definitie en een bijbehorend genotype (in letters). Gebruik daarbij: A – a – A_a – A_b . Het dominante allel is voorgedaan.

Dominant allel	Het allel dat altijd tot uiting komt in het fenotype.	A
Recessief allel	Het allel dat alleen tot uiting komt in het fenotype als er geen dominant allel is.	a
Homozygoot	Het gen bestaat uit twee gelijke allelen.	AA of aa
Heterozygoot	Het gen bestaat uit twee verschillende allelen.	Aa
Intermediair	Geen van beide allelen is dominant of recessief. In het fenotype komt een mengvorm tot uiting, bijvoorbeeld rood en wit wordt roze.	A_a of A_b

INZICHT

4

In afbeelding 6 zijn de lichaamscellen van vier verschillende personen schematisch getekend. Vier allelen zijn aangegeven. Op de chromosomen liggen genen voor de lengte van de wimpers en voor rechts- of linkshandigheid.

- a Bekijk de lichaamscel van Marloes.
Is Marloes heterozygoot of homozygoot voor de eigenschap 'lengte van de wimpers'?
Marloes is heterozygoot voor de eigenschap 'lengte van de wimpers'. (Heterozygoot betekent dat het genotype twee verschillende allelen heeft. Marloes heeft allelen (bolletjes) met een verschillende kleur.)
- b Marloes heeft lange wimpers.
Is de eigenschap 'lange wimpers' dominant of recessief?
De eigenschap 'lange wimpers' is dominant. (Het dominante allel komt altijd tot uiting, ook als het genotype heterozygoot is. Omdat het fenotype lange wimpers is en Marloes heterozygoot, moet lange wimpers wel dominant zijn.)
- c Bekijk de lichaamscel van Rachel.
Is Rachel heterozygoot of homozygoot voor de eigenschap 'rechts- of linkshandigheid'?
Rachel is heterozygoot voor de eigenschap 'rechts- of linkshandigheid'. (Heterozygoot betekent dat er twee verschillende allelen zijn. Bij Rachel zie je twee verschillende kleuren vierkantjes.)
- d Ga er in deze vraag van uit dat het milieu (de omgeving) geen invloed heeft op links- of rechtshandig zijn.
Rachel is rechtshandig.
Welke eigenschap is dominant: rechtshandig of linkshandig?
De eigenschap 'rechtshandig' is dominant. (Het dominante allel komt altijd tot uiting, ook als het genotype heterozygoot is. Omdat het fenotype rechtshandig is en Rachel heterozygoot, moet rechtshandig wel dominant zijn.)
- e Neem de tabel over en vul hem in. Gebruik daarbij: *links – rechts – kort – lang*.
(Het dominante allel komt altijd tot uiting. Rechtshandig en lange wimpers zijn dominant. Alle personen met minstens één van deze allelen hebben dan dit fenotype.)

	Rachel	Erwin	Marloes	Jos
Rechts- of linkshandig	rechts	rechts	links	rechts
Wimpers	lang	lang	lang	kort

5

PTC is een stof die in bijvoorbeeld spruitjes voorkomt. Sommige mensen kunnen PTC proeven als een heel bittere smaak, andere mensen juist niet. Bij mensen is het allel voor het proeven van PTC dominant (T) en het allel voor niet-proeven van PTC is recessief (t).

- a Wat is het genotype van iemand die homozygoot dominant is voor het proeven van PTC?
Iemand die homozygoot dominant is voor het proeven van PTC, heeft het genotype TT.
(Homozygoot betekent twee dezelfde allelen voor een gen. Dominant betekent dat het altijd tot uiting komt als het aanwezig is. Dit geef je aan door een hoofdletter te gebruiken.)
- b Wat is het genotype van een persoon die geen PTC kan proeven? Leg je antwoord uit.
Iemand die geen PTC kan proeven heeft het genotype tt, want het recessieve allel komt alleen terug in het fenotype als er geen dominant allel is.
- c Bestaan er mensen die geen PTC kunnen proeven en heterozygoot zijn? Leg je antwoord uit.
Er bestaan geen mensen die PTC niet kunnen proeven en heterozygoot zijn. Mensen die heterozygoot zijn, hebben een dominant en een recessief allel (Tt). Iemand met een dominant allel kan altijd PTC proeven. (Het dominante allel komt altijd als eigenschap in het fenotype als het aanwezig is in het genotype.)

6

Er bestaat een groep erfelijke ziekten die tot gevolg heeft dat het bindweefsel veel te slap is. Er zijn verschillende allelen die zo'n ziekte kunnen veroorzaken. Sommige van de allelen zijn dominant, andere zijn recessief.

In afbeelding 7 zie je twee ouderparen: paar P en paar Q. Beide mannen komen uit een familie waarin een bindweefselziekte voorkomt. In de families komt niet dezelfde bindweefselziekte voor. Naast de ouderparen zijn de chromosomen afgebeeld waarop de genen liggen voor zo'n ziekte. Onder de personen staat geschreven of ze wel of niet ziek zijn.

- a Bij welke van de twee mannen is het allel recessief: bij de man van paar P of bij de man van paar Q? Leg je antwoord uit.

Bij de man van paar Q is het allel recessief. Deze man heeft wel een allel dat de ziekte kan veroorzaken op een van de chromosomen, maar hij is niet ziek. (Een recessief allel komt alleen tot uiting als er geen dominant allel aanwezig is.)

- b Een andere erfelijke aandoening is het DEND-syndroom. Iemand met het DEND-syndroom heeft epilepsie en andere hersenaandoeningen. Er zijn ook mensen die een milde vorm van dit syndroom hebben. Deze mensen hebben moeite met praten of bewegen, maar hebben geen epilepsie en zijn minder ernstig ziek.

Geef een verklaring voor het bestaan van een ernstige variant van dit syndroom en een minder ernstige variant.

Een verklaring kan zijn dat de milde vorm van het syndroom een intermediair fenotype is. Het allel voor DEND-syndroom is dus niet dominant of recessief. Een persoon die homozygoot is voor deze aandoening heeft de ernstige variant met epilepsie. Een heterozygoot persoon heeft een mengvorm van normaal en ziek. Dus deze persoon is wel ziek, maar heeft minder ernstige verschijnselen.

+7

Lees de tekst 'Sclerosteose'.

- a Komt het gen voor sclerosteose voor op de geslachtschromosomen (X- of Y-chromosoom) of op een van de andere chromosomenparen uit de celkern? Leg je antwoord uit.

Het gen voor sclerosteose komt NIET voor op de geslachtschromosomen, omdat sclerosteose bij mannen en vrouwen even vaak voorkomt. (Een man heeft een X- en een Y-chromosoom. Vrouwen hebben twee X-chromosomen. Stel dat dit gen op het X-chromosoom zou liggen. Dan zouden mannen vaker deze aandoening hebben dan vrouwen. Mannen hebben de aandoening als ze het allel op het X-chromosoom hebben. Vrouwen moeten twee allelen voor de aandoening hebben; de kans daarop is kleiner.)

- b Mensen die homozygoot zijn voor sclerosteose, hebben een 3× grotere botmassa dan mensen met een normale botgroei. Bij mensen die heterozygoot zijn, is de hoeveelheid bot 1,5× groter.

Is het allel voor sclerosteose dominant, recessief of erft de eigenschap intermediair over?

Leg je antwoord uit.

Sclerosteose erft intermediair over. Als beide typen allelen aanwezig zijn, heb je een mengvorm van normaal botgewicht en 3× zo veel botgewicht. Daartussenin zit 1,5× zo veel botgewicht. (3× zo veel + normaal wordt bij intermediair 1,5× zo veel.)

3 Kruisingen

KENNIS

1

- a Hoe geef je bij een kruising de ouders aan?
- ☐ A met F_1
 - ☐ B met F_2
 - ☒ C met P
- b De ouders van de F_2 zijn de P / F_1 .
- c Hoeveel generaties zijn P, F_1 en F_2 samen? $4 / 2 / 3 / 4$ generaties

2

In afbeelding 6 zie je muizen met een verschillende vachtkleur. Bij muizen is het allel voor een zwarte vacht (H) dominant over het allel voor een witte vacht (h). Een zwarte vrouwtjesmuis die homozygoot is voor de vachtkleur, wordt gekruist met een wit mannetje. De nakomelingen van deze muizen worden gekruist waardoor een F_2 ontstaat.

- a Wat zijn de genotypen van de ouders?
- vrouwtje: **HH**
- mannetje: **hh**
- b Welke allelen bevatten de geslachtscellen van de ouders?
- De eicellen bevatten het allel **H / h**.
- De zaadcellen bevatten het allel **H / h**.
- c Welk genotype heeft de bevruchte eicel? **Hh**
- d Welke haarkleur hebben de muizen in de F_1 ? **zwart**
- (Bij een heterozygoot genotype komt het dominante allel tot uiting.)
- e Hier zie je de volledige kruising met P, F_1 en F_2 .
- Vul de genotypen en allelen in. Kies uit: H – h – HH – Hh – hh.

P **HH** × **hh**

geslachtscellen **H** **h**

F_1 **Hh**

Hh × **Hh**

geslachtscellen H of h H of h

	H	h
H	HH	Hh
h	Hh	hh

- f Hoe groot is de kans dat een nakomeling in de F_2 homozygoot recessief is voor de haarkleur? **25%**
- (Van de vier mogelijke uitkomsten is één hokje aa. Dit is een vierde en hetzelfde als 25%.)
- g Hoe groot is de kans dat een muis in de F_2 een zwarte vacht heeft? **75%**
- (Van de vier mogelijke uitkomsten zijn drie hokjes met minstens een A. Dit is drie vierde en hetzelfde als 75%.)

3

Samenvatting

- Noteer in eigen woorden de vier stappen om de verhouding in fenotypen van de F_2 te bepalen.
- Werk het stappenplan uit met het voorbeeld $P = BB \times bb$. Maak daarbij een kruisingsschema voor de F_2 .

Stap 1 (P): **Fenotypen en genotypen van de ouders (P) opschrijven.**

Stap 2: **Allelen in de geslachtscellen van de ouders (P) opschrijven.**

Stap 3 (F_1): **Genotypen en fenotypen van de nakomelingen (F_1) bepalen.**

Stap 4 (F_2): **Genotypen en fenotypen van de nakomelingen (F_2) bepalen.**

Voorbeeld:

P	BB	×	bb
geslachtscellen	B		b
F_1	Bb		
	Bb	×	Bb
geslachtscellen	B of b		B of b
		B	b
	B	BB	Bb
	b	Bb	bb

INZICHT

4

In afbeelding 7 zie je een peulvrucht met erwten erin. De erwten zijn de zaden van de plant. De kleur van erwten is een erfelijke eigenschap. Er is een allel voor gele erwten en een allel voor groene erwten.

Een erwtenplant is gegroeid uit een gele erwt. Hij wordt gekruist met een andere erwtenplant die ook is gegroeid uit een gele erwt. Onder de nakomelingen uit deze kruising komen zowel gele als groene erwten voor.

- a Zijn de beide ouderplanten heterozygoot of homozygoot voor de kleur van de erwten? Leg je antwoord uit.

De beide ouderplanten zijn heterozygoot, want alleen als beide ouders heterozygoot zijn, kunnen de nakomelingen een ander fenotype hebben dan de ouders. (De ouders hebben beide gele erwten, maar krijgen nakomelingen met groene erwten. Dan moeten ze dus wel een allel voor groene erwten in het genotype hebben om deze eigenschap door te kunnen geven aan hun nakomelingen.)

- b Welke eigenschap is dominant: gele of groene erwten? Leg je antwoord uit.

De eigenschap voor gele erwten is dominant, want de ouders zijn heterozygoot. De ouders zelf hebben gele erwten, maar bevatten ook een allel voor groene erwten. (De dominante eigenschap is te zien in het fenotype. Dus als de ouders heterozygoot zijn en je ziet een geel fenotype, dan is het allel voor gele erwten dus dominant.)

5

Bij leeuwenbekjes is een roze bloemkleur een intermediair fenotype.

- a Twee leeuwenbekjes met roze bloemen planten zich onderling voort.

Welk genotype hebben de planten met roze bloemen?

De planten met roze bloemen hebben genotype A_rA_w . (Roze bloemen zijn het intermediaire fenotype en dat is een combinatie van het allel voor witte bloemen A_w en het allel voor rode bloemen A_r .)

- b Twee leeuwenbekjes met roze bloemen worden gekruist.

Hoeveel procent kans is er op nakomelingen met rode bloemen? Laat met een kruisingsschema zien hoe je aan je antwoord komt.

De kans op nakomelingen met rode bloemen (A_rA_r) is 25%.

	A_r	A_w
A_r	A_rA_r	A_rA_w
A_w	A_rA_w	A_wA_w

- c Uit de kruising van twee leeuwenbekjes met roze bloemen worden 56 zaden (nakomelingen) gevormd.

Hoeveel nakomelingen in de F_1 zullen roze bloemen krijgen?

	A_r	A_w
A_r	A_rA_r	A_rA_w
A_w	A_rA_w	A_wA_w

Ongeveer 28 nakomelingen zullen roze bloemen krijgen. (De kans op A_rA_w is 50%. De helft van 56 is 28.)

- d De verhoudingen in genotype en fenotype bij de nakomelingen zie je alleen bij grote aantallen nakomelingen.

Als je bijvoorbeeld maar vier nakomelingen hebt, dan zie je niet altijd de precieze verhouding terugkomen. Leg dit uit.

Bij kleine aantallen kan het zo zijn dat toevallig een paar keer achter elkaar een bepaald allel is doorgegeven. Je kunt het vergelijken met het gooien van een dobbelsteen. Als je maar twee keer gooit, kan het zo zijn dat je toevallig twee keer zes achter elkaar gooit. Maar als je honderd keer gooit, zul je geen honderd keer zes gooien. (Om nauwkeurig te kunnen bepalen hoe groot de kans op iets is, moet je grote aantallen hebben.)

+6

Lees de tekst 'Doe de kleurentest!'.

- a In afbeelding 9 zie je de geslachtschromosomen van het gezin Alaoui. De moeder is kleurenblind (wat dus erg zeldzaam is).

Welk kind is kleurenblind? Leg je antwoord uit.

Rayan is het kind dat kleurenblind is, want hij heeft het recessieve allel voor kleurenblindheid en geen dominant allel voor kleurenzien. (Aangezien Rayan een jongen is, heeft hij maar één allel voor kleurenblindheid. Dit allel is van zijn moeder en dus is hij kleurenblind.)

- b Het gezin Alaoui verwacht een vierde kindje. Ze weten al dat dit kind een meisje wordt.

Hoe groot is de kans dat dit meisje kleurenblind is? Leg je antwoord uit.

De kans dat dit meisje kleurenblind is, is 0%. Het meisje zal altijd het dominante allel van haar vader erven. (Meisjes hebben twee X-chromosomen. Eén is afkomstig van de vader en het andere van de moeder. De vader heeft een dominant allel. Dit allel krijgt het meisje ook. Ze zal dus altijd kleuren kunnen zien, want kleuren zien is dominant.)

- c Charlotte, een meisje uit een ander gezin, is kleurenblind voor rood en groen.

Wat is het genotype van Charlotte: homozygoot, heterozygoot, dominant en/of recessief? Leg je antwoord uit.

Charlotte is homozygoot recessief. Ze heeft twee allelen, want ze is een meisje en heeft dus twee X-chromosomen. En ze is kleurenblind, dus kan ze geen dominant allel hebben.

- d Is de vader van Charlotte kleurenblind? Leg je antwoord uit.

De vader is kleurenblind. Charlotte heeft op elk X-chromosoom een recessief allel. Eén recessief allel is afkomstig van haar vader. Haar vader heeft dus een recessief allel op het X-chromosoom. (Mannen hebben één X-chromosoom. Ze hebben dus maar één allel voor kleurenblindheid. Is dit het recessieve allel, dan zijn ze automatisch kleurenblind. Charlotte erft het X-chromosoom van haar vader met het recessieve allel voor kleurenblindheid.)

4 Stambomen

KENNIS

1

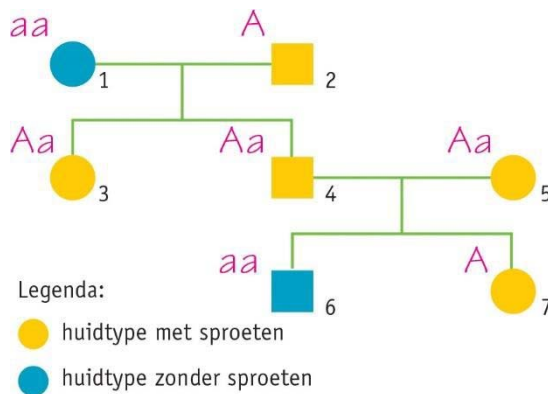
- a In een stamboom is een rondje een ~~man~~ / vrouw.
- b Een homozygoot dominant genotype voor eigenschap G noteer je als ~~gg~~ / ~~Gg~~ / GG.

2

Bij mensen komen verschillende huidtypen voor. Sommige mensen hebben een huidtype met sproeten, andere mensen niet.

In afbeelding 6 is een stamboom van een familie weergegeven.

- a Welke personen hebben een huidtype zonder sproeten? 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7
- b Welk allel is dominant?
Het allel voor het huidtype *met* / ~~zonder~~ sproeten is dominant.
- c Wat is het genotype van personen 1 en 6? *aa*
(Personen 1 en 6 hebben geen sproeten. Dit is de recessieve eigenschap. Ze moeten dus wel homozygoot recessief zijn, want alleen dan komt de recessieve eigenschap tot uiting.)



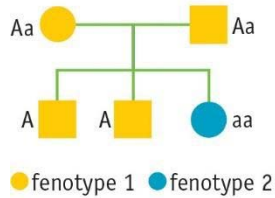
- d Persoon 3 heeft genotype *aa* / Aa / ~~AA~~.
 Persoon 4 heeft genotype *aa* / Aa / ~~AA~~.
 Persoon 5 heeft genotype *aa* / Aa / ~~AA~~.
 (Personen 3, 4 en 5 hebben allemaal een nakomeling of ouder met het recessieve fenotype. Zelf hebben ze het dominante fenotype.)

3

Samenvatting

In afbeelding 7 zie je een stamboom.

- Zet achter de stappen wat je moet doen om de genotypen af te kunnen leiden.
- Vul ook de legenda in door te noteren wat het rondje en wat het vierkantje voorstelt.

Afb. 7 Een stamboom.

De ouders moeten beiden dezelfde kleur hebben en minstens een van de kinderen moet een kleur hebben die afwijkt van de ouders.

stap 1: fenotypen opschrijven

stap 2: genotype van kind met ander fenotype
dan de rest opschrijven

stap 3: bij de stamboom schrijven wat je al weet

stap 4: genotypen aanvullen

○ vrouw

□ man

INZICHT

4

Anette en Ewout Biegel willen graag kinderen. In de familie komt een erfelijke ziekte voor: SMA. Bij SMA sterven cellen in het ruggenmerg af, waardoor spieren minder goed werken. Je hebt SMA als je twee recessieve allelen hebt. Anette en Ewout willen weten hoe groot de kans is dat hun kinderen deze ziekte krijgen. Daarom hebben ze een stamboomonderzoek laten doen. Na een aantal jaren hebben ze drie kinderen.

In afbeelding 8 zie je de stamboom van de familie Biegel.

a Wie is homozygoot recessief voor de eigenschap SMA?

Peter is homozygoot voor de recessieve eigenschap SMA. (Alleen bij twee recessieve allelen heb je SMA. Peter heeft als enige SMA.)

b Bepaal het genotype van alle personen in de stamboom van afbeelding 8. Gebruik de letters A en a. Bij sommige personen zijn meerdere genotypen mogelijk. Geef dan beide mogelijkheden.

Annette: Aa

Ewout: Aa

Jorina: AA of Aa

Nadien: AA of Aa

Peter: aa

(De personen met een wit rondje of vierkantje hebben geen SMA. Zij hebben dus minstens een dominant allel. De ouders zijn beiden heterozygoot, want ze hebben een kind met SMA.)

c Zoon Peter krijgt een relatie met Esmee. Uit onderzoek blijkt dat Esmee homozygoot dominant is.

Peter en Esmee willen graag een kind.

Hoe groot is de kans dat hun kind een allel voor SMA heeft? Leg je antwoord uit.

De kans dat dit kind een allel voor SMA heeft, is 100%. Peter heeft twee allelen SMA, dus zal hij er altijd één doorgeven aan zijn kind.

d Dochter Jorina krijgt een relatie met een man, Govert. Govert heeft geen SMA, maar in zijn familie komt deze ziekte wel voor. Jorina en Govert krijgen het advies om een stamboomonderzoek te doen.

Geef een argument om dit onderzoek te laten doen.

Voorbeelden van juiste antwoorden: Als Jorina en Govert beiden heterozygoot zijn, kan hun kind de ziekte krijgen. Of: Als Jorina en/of Govert homozygoot dominant zijn voor deze eigenschap, weten ze zeker dat hun kind niet de ziekte SMA heeft.

5

Sommige mensen hebben kuiltjes in de wangen als ze lachen. Het allel voor kuiltjes in de wangen is dominant.

In afbeelding 9 zijn drie stambomen getekend.

Welke stamboom is onjuist? Leg je antwoord uit.

Stamboom 2 is onjuist, want twee ouders zonder kuiltjes kunnen geen kinderen krijgen met kuiltjes. Ouders zonder kuiltjes hebben twee recessieve allelen (aa) en kunnen dus geen A aan hun kinderen doorgeven.

+6

Alpha-thalassemie is een ziekte door afwijkende rode bloedcellen. Patiënten met deze ziekte voelen zich lusteloos en vermoeid. Het is een erfelijke ziekte die alleen voorkomt bij mensen die homozygoot zijn voor het allel van deze erfelijke eigenschap.

In afbeelding 10 zie je een stamboom van een familie waarin deze ziekte voorkomt. Van het jonge kind in de derde generatie (III) is nog niet bekend of het deze ziekte heeft.

- a Hoe groot is de kans dat dit kind alpha-thalassemie heeft? Leg je antwoord uit en gebruik daarbij een kruisingsschema.

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

Beide ouders van dit kind zijn heterozygoot. Je hebt de ziekte als je twee recessieve allelen hebt. De kans daarop is 25%.

(De ouders (II) zijn heterozygoot, omdat ze beiden een ouder (I) hebben met deze ziekte, maar zelf niet ziek zijn. De ziekte komt alleen voor bij mensen die homozygoot zijn. Door deze zin uit de tekst weet je dat het allel voor deze ziekte recessief is.)

- b In de stamboom is bij generatie II een tweeling weergegeven.

Is dit een eeneiige tweeling of een twee-eiige tweeling? Leg je antwoord uit.

De tweeling in generatie II is een twee-eiige tweeling. Dit kun je zien doordat het ene meisje wél alpha-thalassemie heeft en haar tweelingzus niet. Eeneiige tweelingen hebben precies dezelfde allelen en zouden dan dus allebei gezond of ziek moeten zijn. (Je herkent een tweeling in een stamboom aan een omgekeerde v-vorm.)

5 Variatie in genotypen

KENNIS

1

Hoe ontstaat variatie in genotypen?

- 1 Twee geslachtscellen versmelten bij *geslachtelijke* / *ongeslachtelijke* voortplanting.
- 2 De eicellen van één vrouw hebben *hetzelfde genotype* / *verschillende genotypen*.
- 3 Nakomelingen van dezelfde ouders hebben daardoor *hetzelfde genotype* / *verschillende genotypen*.
- 4 Nakomelingen van ongeslachtelijke voortplanting hebben *hetzelfde genotype* / *verschillende genotypen*.

2

a Wat is een mutatie?

Een mutatie is een *plotselinge verandering in het DNA*.

b Wat gebeurt er met een mutatie bij mitose?

- ☐ A De mutatie komt in een van de dochtercellen.
- ☒ B De mutatie komt in beide dochtercellen.
- ☐ C De mutatie verdwijnt weer.

(Bij mitose wordt er een kopie gemaakt van al het DNA, dus ook de mutatie wordt gekopieerd. Vervolgens worden de kopieën verdeeld over de dochtercellen.)

3

a Een goedaardige tumor groeit *langzaam* / *snel*.

b Een kwaadaardige tumor verplaatst zich in het lichaam via *bloed* / *weefsel*.

4

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Ongeslachtelijke en geslachtelijke voortplanting:
Bij ongeslachtelijke voortplanting is de nakomeling (genetisch) een kopie van de ouder.
Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen met elkaar. Het genotype van de nakomelingen is anders dan dat van de ouders.
- Variatie in genotypen:
Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan nieuwe genotypen.
Een genotype kan ook veranderen door een mutatie.
- Mutaties en kanker:
Een mutatie is een plotselinge verandering in het DNA.
Een mutatie kan spontaan ontstaan of door mutagene invloeden.
Er zijn mutaties die ervoor zorgen dat cellen te snel en zonder te stoppen gaan delen. Op deze manier kan een kwaadaardige tumor ontstaan. Je spreekt dan van kanker.

INZICHT

5

Je hebt een appelboom met stevige appels en een appelboom met zoete appels. Je wilt een ras maken van stevige, zoete appels. Om die appel te kweken, heb je een combinatie nodig van geslachtelijke voortplanting en ongeslachtelijke voortplanting.

Leg uit hoe je voor het kweken van deze nieuwe appel geslachtelijke én ongeslachtelijke voortplanting gebruikt.

Door geslachtelijke voortplanting kun je de twee eigenschappen stevig en zoet bij elkaar in één nakomeling krijgen.

Als dit is gelukt, kun je door ongeslachtelijke voortplanting ervoor zorgen dat je meer bomen krijgt met appels met deze (zelfde) eigenschappen.

6

Bij tulpen komt de bloemkleur tot stand onder invloed van een gen.

Een kweker heeft twee rode tulpen. Hij weet niet of het allel voor rode bloemkleur dominant of recessief is. Hij wil meer tulpen kweken met rode bloemen. Hij kan dat op verschillende manieren doen.

- a De kweker laat de twee tulpen elkaar bestuiven.

Hebben alle nakomelingen dan rode bloemen? Leg je antwoord uit.

Dat weet je niet, want bestuiven is geslachtelijke voortplanting. Beide ouderplanten kunnen heterozygoot zijn (Aa). Dan staat A voor rood, en kan de recessieve kleur (niet-rood) tot uiting komen in de nakomelingen ($a \times a = aa$).

- b De kweker kweekt nieuwe tulpen door ongeslachtelijke voortplanting.

Is hij er dan zeker van dat alle nakomelingen rode bloemen hebben? Leg je antwoord uit.

Bij ongeslachtelijke voortplanting is hij er zeker van dat alle nakomelingen rood zijn, want bij ongeslachtelijke voortplanting hebben alle nakomelingen hetzelfde genotype als de ouderplant.

- c De kweker hoort van zijn collega's dat de rode bloemkleur bij tulpen recessief is. Hij kruist de twee rode tulpen door bestuiving.

Hebben alle nakomelingen dan rode bloemen? Leg je antwoord uit.

Ja, alle nakomelingen hebben dan rode bloemen. De rode bloemkleur is recessief en beide ouderplanten hebben rode bloemen. Het genotype van beide ouders is dus aa . Dan kunnen ze alleen het recessieve allel doorgeven aan de nakomelingen (die zijn dan ook aa).

- d De kweker plant de tulpen, met een rode bloem, ongeslachtelijk voort. Toch ziet hij tot zijn verbazing in het veld van honderden nakomelingen één tulp met een witte bloem.

Op welke manier kan deze witte tulp zijn ontstaan?

Deze witte tulp kan zijn ontstaan door een mutatie. (Onder invloed van het milieu, al is deze kans erg klein, omdat ze op hetzelfde veld groeien.)

7

Bij kanker kunnen uitzaaiingen ontstaan. Dan is een operatie om de tumor(en) te verwijderen meestal niet voldoende om een patiënt te genezen. Vaak wordt er dan een chemokuur gegeven. Een chemokuur vernietigt snel delende cellen, dus ook kankercellen.

Leg uit dat bij uitzaaiingen alleen het verwijderen van een tumor vaak niet voldoende is.

Bij uitzaaiingen verspreiden de cellen zich door het hele lichaam en kunnen overal tumoren ontstaan. Voor de genezing zou je dan alle tumoren moeten vinden en weghalen met een operatie. (Tumoren die erg klein zijn en diep in het lichaam zitten, zijn moeilijk met een operatie te verwijderen.)

8

Lees de tekst 'Een prik en uitstrijkje tegen baarmoederhalskanker'.

- a Welke mutagene factor veroorzaakt baarmoederhalskanker?
De mutagene factor is het HP-virus (humaan papillomavirus = HPV).
- b Sinds 2009 kunnen meisjes vanaf 9 jaar drie prikken halen tegen baarmoederhalskanker. Waarom is er gekozen om de prikken te geven vanaf 9 jaar?
Het virus dat baarmoederhalskanker veroorzaakt, wordt verspreid via seksueel contact. De prik moet daarom worden gegeven voor het eerste seksuele contact.
- c Leg uit op welke manier bevolkingsonderzoek ervoor zorgt dat zo veel mogelijk baarmoederhalskanker wordt voorkomen.
Door bevolkingsonderzoek zie je cellen die afwijken van normale cellen. De vrouwen hebben dan nog geen klachten. De afwijkende cellen kun je weghalen, zodat er geen tumor ontstaat.
- d Leg uit dat de vaccinatie en het bevolkingsonderzoek extra belangrijk zijn voor meisjes en vrouwen die later kinderen willen.
De meeste vrouwen die baarmoederhalskanker krijgen, zijn in de leeftijd dat ze kinderen krijgen. Door baarmoederhalskanker kun je onvruchtbaar worden, bijvoorbeeld omdat de baarmoeder verwijderd moet worden. De kans daarop kun je veel kleiner maken door vaccinatie en door je te laten testen vanaf je 30e jaar.

+9

Lood is een metaal dat röntgenstraling kan tegenhouden. Lood wordt onder andere gebruikt om loodschorten te maken (zie afbeelding 8).

- a In ziekenhuizen draagt het personeel dat röntgenfoto's maakt een loodschort of ze staan achter een scherm met lood erin.
Leg uit waarom.
Lood houdt röntgenstraling tegen. Röntgenstraling kan een mutatie veroorzaken. Kanker ontstaat door een mutatie. Om de kans op een mutatie zo klein mogelijk te maken, beschermt het personeel zich tegen röntgenstraling.
- b Een loodschort beschermt ook de voortplantingsorganen.
Leg uit waarom dat belangrijk is.
In de geslachtsorganen worden de geslachtscellen gemaakt. Een mutatie in een geslachtscel heeft grote gevolgen als deze geslachtscel samensmelt met een andere geslachtscel en hieruit een nakomeling groeit. (Door mitose wordt de mutatie doorgegeven en komt zo in alle cellen van de nakomeling.)
- c Het gebruik van radioactieve stoffen en röntgenstraling in ziekenhuizen neemt toe. Soms draagt het personeel in een ziekenhuis een dosimeter. Dit is een plaatje dat verkleurt als er straling op komt. Hoe meer straling, hoe meer verkleuring.
Wat is de functie van het dragen van een dosimeter voor het personeel in een ziekenhuis?
De hoeveelheid radioactieve straling of röntgenstraling die het personeel opvangt, moet zo laag mogelijk blijven. Daardoor is de kans op een mutatie zo klein mogelijk. Met dit plaatje kun je de hele tijd bijhouden hoeveel straling je al hebt gehad. (Een mutatie kan een tumor veroorzaken. Röntgenstraling vergroot de kans op een mutatie en dus ook de kans op een tumor.)

6 Evolutie

KENNIS

1

- a Kunnen een Afrikaanse olifant en een Indische olifant samen nakomelingen krijgen? *ja / nee*
(Deze twee olifanten behoren tot verschillende soorten. Ze kunnen dus geen vruchtbare nakomelingen krijgen met elkaar.)
- b Een paard en een ezel kunnen zich samen voortplanten. Hun nakomelingen heten muilezels. Muilezels kunnen zich niet voortplanten, ze zijn onvruchtbaar. Behoren paarden en ezels tot dezelfde soort? *ja / nee*
(Een paard en een ezel kunnen geen vruchtbare nakomeling krijgen, dus behoren ze niet tot dezelfde soort.)
- c Behoren alle planten van een populatie brandnetels tot dezelfde soort? *ja / nee*
(Het is pas een populatie als ze tot dezelfde soort behoren.)
- d Twee Waddeneilanden zijn Texel en Vlieland. Op deze eilanden leven egels die allemaal met elkaar vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen. De egels behoren *wel / niet* tot dezelfde soort. Deze egels leven in *hetzelfde / een ander* gebied. Deze egels behoren *wel / niet* tot dezelfde populatie. (Dieren van één soort kunnen samen vruchtbare nakomelingen krijgen. Een populatie is een groep individuen van dezelfde soort in hetzelfde gebied.)

2

- a Variatie binnen een populatie kan ontstaan door *geslachtelijke / ongeslachtelijke* voortplanting en door *mitose / mutatie*.
(Geslachtelijke voortplanting zorgt voor een nieuwe combinatie van allelen. Een mutatie verandert het DNA. Als dit gebeurt in geslachtscellen, wordt de informatie doorgegeven aan de nakomelingen. Zo kan een nieuw genotype ontstaan.)
- b Een schutkleur is een erfelijke eigenschap. Een egel met een schutkleur krijgt waarschijnlijk *meer / minder* nakomelingen dan een egel zonder schutkleur.
(Een egel met een schutkleur valt minder op en zal dus minder snel opgegeten worden. (Hij is beter aangepast aan zijn milieu.))
- c Veel zaadplanten zijn afhankelijk van insecten voor de bestuiving. Welke zaadplant heeft een grotere overlevingskans?
een plant met bloemen met een schutkleur / een plant met felgekleurde bloemen
(De insecten zien een plant met opvallende bloemen beter dan een bloem die niet opvalt. Een insect is nodig voor de plant om zich te kunnen voortplanten. Felgekleurde bloemen zijn dus een voordeel voor een zaadplant.)
- d De evolutietheorie gaat onder andere uit van natuurlijke selectie. Wat zijn de andere twee uitgangspunten van de evolutietheorie?
 - 1 *Veranderingen in genotypen.*
 - 2 *Het ontstaan van nieuwe soorten.*
- e In een bepaalde populatie is veel variatie in genotypen aanwezig. Zet de volgende gebeurtenissen in de juiste volgorde. Stap 1 en 6 zijn gegeven.
 - 1 De populatie is aangepast aan het milieu.
 - 3 Andere eigenschappen zijn nu voordelig.
 - 4 De organismen met deze eigenschappen krijgen de meeste nakomelingen.
 - 5 De soort verandert.
 - 2 Het milieu verandert.
 - 6 De populatie is aangepast aan het milieu.

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Soorten en rassen

Soort = organismen die samen vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen

Ras = groep organismen die door bepaalde erfelijke eigenschappen verschilt van de rest van de soort; zijn kunstmatig ontstaan

Evolutie = het ontstaan en veranderen van soorten gedurende lange tijd

Uitgangspunten van de evolutietheorie:

- Veranderingen in genotypen: Door geslachtelijke voortplanting en mutaties ontstaan verschillende genotypen.
- Natuurlijke selectie: De organismen die het best zijn aangepast aan het milieu krijgen de meeste nakomelingen. Een populatie met veel verschillende genotypen (en fenotypen) heeft een grote overlevingskans.
- Het ontstaan van nieuwe soorten: Een soort kan veranderen. Soms ontstaan verschillende vormen van een soort. Als twee vormen van een soort zich niet meer met elkaar kunnen voortplanten, zijn twee aparte soorten ontstaan.

INZICHT

4

In afbeelding 7 zijn vier vissen schematisch weergegeven. Alle vissen behoren tot dezelfde soort. Elke vis beweert dat hij het best is aangepast aan zijn milieu.

Welke vis is volgens jou het best aangepast? Leg je antwoord uit.

Stippel is het best aangepast, want deze vis heeft de meeste nakomelingen gekregen (die in leven zijn gebleven en dus zelf ook weer nakomelingen kunnen krijgen).

5

Lees de tekst 'Een nieuwe slakkensoort'.

Zijn de beweringen juist of onjuist?

- 1 Het rechtsomdraaiend huisje is ontstaan door een toevallige verandering in het DNA van de slak.
- 2 De slakken met een linksomdraaiend huisje kunnen paren met de slakken met een rechtsomdraaiend huisje.
- 3 Er kan alleen een nieuwe soort ontstaan als dezelfde mutatie bij deze slakken zich vaker voordoet binnen deze populatie.
- 4 De kans op nakomelingen is voor beide vormen even groot.

1 en 3 zijn juist, 2 en 4 zijn onjuist.

6

In afbeelding 9 zie je een labradoodle. Een labradoodle is een kruising tussen een labrador retriever en een poedel. Een labradoodle teef (vrouwtje) kan pups krijgen met een labradoodle reu (mannelijke).

- a Behoren de labrador retriever en de poedel tot dezelfde soort? Leg je antwoord uit.
De labrador retriever en de poedel behoren tot dezelfde soort, want ze kunnen samen vruchtbare nakomelingen krijgen.
- b Wat zou een reden kunnen zijn voor het kruisen van twee hondenrassen?
Hiermee kun je twee eigenschappen combineren in een nieuw ras, bijvoorbeeld een vriendelijk karakter en een vacht met krullen.
- c Alle hondenrassen horen tot dezelfde soort.
Bedenk minstens één reden waarom je niet zomaar alle rassen met elkaar moet proberen te kruisen.
Voorbeeld van een juist antwoord: Als je een grote en een kleine hond met elkaar kruist, ontstaan bij de bevalling grote problemen (vooral als de kleine hond het vrouwtje is).

7

Puerto Rico is een eiland in de Cariben. Op dit eiland komt een bepaalde hagedissensoort voor: de anolis (zie afbeelding 10). Anolissen leefden in het bos. Toen de steden op het eiland steeds groter werden, trokken sommige anolissen naar de stad. Het milieu in de stad is anders dan in het bos. In de stad zijn daardoor andere eigenschappen voordelig dan in het bos.

- a De anolissen in de steden hebben langere poten dan de anolissen die in het bos leven.
Zijn alle poten van de anolissen in de stad even lang? Leg je antwoord uit.
Niet alle poten van de anolissen in de stad zijn even lang. Binnen een populatie is veel variatie. Genetisch zijn de anolissen niet exact gelijk aan elkaar. (Denk aan mensen op school. Die zijn ook niet allemaal even lang.)
- b De poten van anolissen in de steden zijn gemiddeld langer.
Is een anolis in de stad in het voordeel met lange poten of met korte poten? Leg je antwoord uit.
Een anolis met lange poten is in de stad in het voordeel. Er zijn immers meer anolissen met lange poten dan met korte poten. De anolissen met lange poten kunnen dus meer nakomelingen krijgen en geven de eigenschap lange poten door aan hun nakomelingen.
- c Bedenk waarom een anolis in de steden voordeel heeft bij lange poten.
Een voordeel van lange poten in de stad kan zijn dat de anolis sneller kan rennen naar een beschutte plek of dat hij sneller kan klimmen op hoge gebouwen en muren.

+8

Lees de tekst 'Sikkelcelanemie'.

- a Een individu kan homozygoot zijn voor het gezonde allel, homozygoot voor het gemuteerde allel of heterozygoot.

Van welk individu is de overlevingskans het grootst in een gebied zonder malaria? En in een gebied met malaria?

In een gebied zonder malaria is de overlevingskans het grootst van een individu dat homozygoot is voor het gezonde allel. In een gebied met malaria is de overlevingskans het grootst van een individu dat heterozygoot is. (De malariaparasiet kan niet leven in een misvormde rode bloedcel. Iemand die heterozygoot is, heeft slechts een beetje misvormde rode bloedcellen, maar ook meer bescherming tegen malaria. In gebieden met veel malaria is dat een voordeel.)

- b Leg uit dat sikkelcelanemie vaker voorkomt in Afrika dan in Europa.

In Afrika komt in veel gebieden malaria voor, in Europa niet. Individuen met (een milde vorm van) sikkelcelanemie hebben een betere weerstand tegen malaria. Deze individuen hebben daardoor in Afrika een grotere overlevingskans ten opzichte van individuen die homozygoot zijn voor het gezonde allel.

- c In Nederland komt geen malaria voor. Er zijn wel Nederlanders met sikkelcelanemie.

Leg uit hoe dat kan.

Voorbeelden van een juist antwoord: Sikkelcelanemie ontstaat door een mutatie. Dit kan in elke populatie plaatsvinden of hebben gevonden. Of: Nederlanders met Afrikaanse ouders of grootouders kunnen het allel voor sikkelcelanemie in hun genotype hebben.

- d Omschrijf hoe het is gekomen dat populaties op plaatsen met malaria veel vaker sikkelcelanemie hebben.

Sikkelcelanemie ontstaat door een mutatie. De mensen met een allel voor sikkelcelanemie in een gebied met malaria kregen meer nakomelingen dan mensen zonder dit allel in hetzelfde gebied. De nakomelingen erven de mutatie voor sikkelcelanemie van hun ouders en krijgen zelf ook weer meer kinderen dan de nakomelingen zonder deze mutatie.

7 Verwantschap

KENNIS

1

- a Hoe heten versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten? **fossielen**
- b Overblijfselen van dinosauriërs worden gevonden in gesteentelagen die gevormd zijn ~~voor~~ / in / ~~na~~ de tijd dat de dino's leefden.

2

- a Verwantschap betekent dat soorten een **gemeenschappelijke voorouder** hebben.
- b Hoe heet een overblijfsel van een orgaan dat geen functie meer heeft? een **rudimentair** orgaan
- c In afbeelding 6 zie je dat de tijger en de leeuw dichter bij elkaar staan dan de aap en de leeuw. De tijger is dus het meest verwant aan de **aap** / **leeuw**.
(De tijger en de leeuw hebben het kortst geleden een gemeenschappelijke voorouder gehad. De kruising waarop de leeuw en de tijger uit elkaar gaan, is minder lang geleden dan die waar de aap en de tijger uit elkaar gaan.)
- d Het DNA van de leeuw verschilt het meest van het DNA van de **aap** / **tijger**.
(De dieren die het minst aan elkaar verwant zijn, hebben de minste overeenkomsten in hun DNA.)
- e Je kent nu twee verschillende stambomen: een stamboom van een familie en een evolutionaire stamboom.
Wat is het verschil tussen deze twee stambomen?
Uit een stamboom van een familie is af te lezen
hoe eigenschappen overerven / ~~welke soorten het meest aan elkaar verwant zijn~~.
Uit een evolutionaire stamboom is af te lezen
~~hoe eigenschappen overerven~~ / *welke soorten het meest aan elkaar verwant zijn*.

3

In de basisstof worden verschillende bewijzen gegeven voor verwantschap. De voorbeelden hierna gaan over deze bewijzen.

Zet achter elk voorbeeld het bewijs dat erbij hoort. Gebruik daarbij: *celprocessen* – *de bouw van cellen* – *de bouw van organen* – *de samenstelling van stoffen* – *fossielen* – *rudimentaire organen*.

- | | |
|---|-------------------------------------|
| 1 De voorvin van een walrus en de arm van een mens zijn uit dezelfde beenderen opgebouwd. | de bouw van organen |
| 2 Het DNA van de mens lijkt veel op dat van chimpansees. | de samenstelling van stoffen |
| 3 Van verschillende soorten haaien kun je versteende tanden vinden. | fossielen |
| 4 Alle cellen bezitten een celmembraan. | de bouw van cellen |
| 5 Een koala heeft een relatief grote blindedarm om plantaardig voedsel te verteren. Bij de mens is dit orgaan veel kleiner. | rudimentaire organen |
| 6 Een celdeling verloopt in een bacterie hetzelfde als in de gewone lichaamscellen van mensen. | celprocessen |

4

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

- Fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie, doordat uit fossielen blijkt dat in de geschiedenis van de aarde soorten zijn ontstaan, veranderd en/of weer zijn verdwenen.
- Bewijzen voor verwantschap tussen soorten:
 - overeenkomsten in de bouw van organen
 - overeenkomsten in de processen in cellen
 - overeenkomsten in de samenstelling van stoffen in cellen
- In een evolutionaire stamboom wordt de verwantschap tussen soorten weergegeven.

INZICHT

5

- a Ook van voorouders en verwanten van mensen worden fossielen gevonden. Van de aapmens 'Lucy' werden delen van het skelet gevonden (zie afbeelding 7). Aan de hand van deze delen werd een voorstelling gemaakt van hoe 'Lucy' eruitzag.
Hoelang geleden leefde 'Lucy'?
'Lucy' leefde 3,2 miljoen jaar geleden. Zo oud zijn de botten (fossiele overblijfselen) die ze hebben gevonden.
- b Zijn de fossielen van 'Lucy' versteende overblijfselen van een organisme of afdrukken van een organisme in gesteenten?
De fossielen zijn versteende overblijfselen (van botten) van een organisme (de aapmens 'Lucy').
- c Leg uit waardoor alleen de botten van 'Lucy' zijn gefossiliseerd.
Botten zijn harde delen. De harde delen vergaan het minst snel. De zachte delen vergaan meestal te snel om te kunnen fossiliseren.
- d Leg uit waardoor er weinig fossielen van wormen worden gevonden.
Wormen hebben geen harde delen in hun lichaam. Ze vergaan meestal te snel om te kunnen fossiliseren.
- e Aan welk(e) kenmerk(en) van 'Lucy' zie je dat ze verwant is aan de mens van nu?
De bouw van organen duidt op verwantschap. Botten zijn organen. Het skelet van 'Lucy' bestaat uit dezelfde delen met dezelfde bouw als het skelet van de moderne mens.

6

- a In afbeelding 8 zie je de armskeletten van een mens, een mol, een paard, een vleermuis en een walvis.
- 1 Noteer de nummers met de naam van het organisme.
 - 2 Noteer daarachter de functie van de arm. Gebruik daarbij: *graaforgaan – grijporgaan – looporgaan – stuurorgaan – vliegorgaan*.
- | | | |
|---|-----------|-------------|
| 1 | walvis | stuurorgaan |
| 2 | mens | grijporgaan |
| 3 | mol | graaforgaan |
| 4 | vleermuis | vliegorgaan |
| 5 | paard | looporgaan |
- b Welk deel van het armskelet is bij de vleermuis sterk ontwikkeld?
De hand (de middenhandsbeentjes en de vingerkootjes) is sterk ontwikkeld bij de vleermuis.
- c Welk bot is bij de walvis in verhouding tot de andere armskeletten kort en breed?
Het opperarmbeen is in verhouding tot de andere armskeletten kort en breed.
- d In afbeelding 9 zie je de vleugel van een libel.
Hebben de vleugel van een libel en de vleugel van een vleermuis dezelfde bouw? En hebben ze dezelfde functie?
De vleugels van een vleermuis en een libel hebben niet dezelfde bouw, maar wel dezelfde functie.
- e Vier organismen zijn: *libel – vleermuis – vlinder – walvis*.
Verdeel de organismen in tweetallen op basis van verwantschap en leg je antwoord uit.
De libel is verwant aan de vlinder, want de vleugels hebben dezelfde bouw.
De vleermuis is verwant aan de walvis, want de vleugel en voorvin hebben dezelfde bouw.

7

Lees de tekst 'Hemoglobine'.

- a Hoeveel procent overeenkomst bestaat er tussen het eiwit hemoglobine van de mens en dat van de aap?
Tussen het eiwit hemoglobine van de mens en dat van de aap bestaat 95% overeenkomst.
- b Welk organisme is meer verwant aan de mens: de kikker of de muis? Leg je antwoord uit.
De muis is het meest verwant aan de mens, want de overeenkomst in het eiwit hemoglobine tussen de muis en de mens is 87% en de overeenkomst tussen de kikker en de mens 54%.
- c Insecten hebben geen rode bloedcellen.
Kun je de verwantschap tussen mensen en insecten afleiden uit het onderzoek naar hemoglobine? Leg je antwoord uit.
Insecten hebben geen rode bloedcellen en dus ook geen hemoglobine. Je kunt mensen aan de hand van hemoglobine dus niet met insecten vergelijken. Maar je kunt uit dit verschil wel afleiden dat er niet veel verwantschap is tussen mensen en insecten.

8

Lees de tekst 'Mammoet-DNA' en bekijk afbeelding 12. Links in deze afbeelding staan de namen van tijdperken, bijvoorbeeld holoceen en mioceen. Ook zie je hoeveel miljoen jaar geleden deze tijdperken begonnen en eindigden.

- a Naar aanleiding van de evolutionaire stamboom in afbeelding 12 worden twee beweringen gedaan:

1 Zowel de Aziatische als de Afrikaanse olifant heeft zich ontwikkeld uit de Moeritherium.

2 De wolharige mammoet is uitgestorven in het pleistoceen.

Geef van elke bewering aan of deze juist is of onjuist en leg uit waarom.

Beide beweringen zijn onjuist. De Moeritherium is een uitgestorven tak. Er leven nu geen soorten meer die de Moeritherium als voorouder hebben. De tak van de wolharige mammoet eindigt in het holoceen, dus in dat tijdperk is hij uitgestorven.

- b Een mutatie leidt tot een veranderde samenstelling van het DNA.

Betekent een verschil in het DNA tussen twee organismen dat het twee verschillende soorten zijn? Leg je antwoord uit.

Nee. Het DNA van elk organisme is uniek. Er zijn altijd kleine verschillen in het DNA tussen de organismen binnen een soort. (Organismen behoren alleen tot dezelfde soort als ze zich samen kunnen voortplanten en hun nakomelingen vruchtbaar zijn.)

- c Uit welk weefsel is het gevonden mammoet-DNA afkomstig? Leg je antwoord uit.

Uit botweefsel/tandweefsel. Tijdens het ontstaan van een fossiel blijven vooral de harde delen zoals de botten goed bewaard. Of: Het botweefsel onder het glazuur blijft goed bewaard door het glazuur.

- d Nieuwe fossielen van mammoeten worden telkens weer op hun DNA onderzocht.

Wetenschappers hopen zo de volledige samenstelling van het DNA te ontrafelen. Sommige wetenschappers beweren dat het hierdoor mogelijk wordt om de mammoet weer 'tot leven te wekken'.

Leg uit dat je de mammoet volgens deze wetenschappers weer tot leven kunt wekken met het complete DNA.

Het complete DNA bevat alle erfelijke eigenschappen van een organisme. Door het DNA over te plaatsen in een levende cel zonder eigen kern, zou een levende kopie (kloon) van de mammoet kunnen worden gemaakt.

+9

Het DNA van de mens komt voor 98,63% overeen met dat van de chimpansee en voor 98,25% met dat van de gorilla. De overeenkomst met andere primaten, zoals de orang-oetan, is niet groter dan 96,6%. Ook blijkt dat de chimpansee en de mens meer verwant zijn aan elkaar dan aan de gorilla.

Welke stamboom in afbeelding 13 geeft de mate van verwantschap op basis van deze gegevens het best weer? Leg je antwoord uit.

Stamboom 2, want in deze stamboom heeft de mens meer overeenkomsten met de chimpansee dan met de gorilla en hebben de chimpansee en de gorilla meer overeenkomsten met elkaar dan met andere primaten.

8 DNA-technieken (SE)

KENNIS

1

- a De verzamelnaam voor technieken, waarbij organismen worden gebruikt om producten voor mensen te maken, is **biotechnologie**.
- b Het aanpassen van de erfelijke eigenschappen van een organisme heet **genetische modificatie**.
- c Technieken waarmee DNA van een soort wordt toegevoegd aan het DNA van een andere soort, zijn **recombinant-DNA-technieken**.
(Bij recombinant-DNA-technologie wordt DNA van een andere soort ingebracht in bestaand DNA.)
- d Organismen waarvan de erfelijke eigenschappen door de mens zijn veranderd, heten **transgeen**.

2

Gentherapie is het gebruik van gene editing om:

- ☒ A kapotte genen te repareren.
- ☐ B nieuwe genen toe te voegen.
- ☐ C oude genen te verwijderen.
- ☐ D zieke genen te genezen.

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Beschrijf in eigen woorden wat de begrippen betekenen.

- Biotechnologie: **alle technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten voor mensen te maken**
- Genetische modificatie: **aanpassen van het genotype van organismen door de mens**
- Recombinant-DNA-technieken: **technieken om genen van de ene soort over te brengen naar het DNA van een andere soort**
- Crispr-cas: **techniek om nauwkeurig in het DNA te 'knippen en plakken'**
- Gene editing: **gen-aanpassing: genen repareren, verwijderen of toevoegen in het DNA van een organisme**
- Gentherapie: **het gebruik van gene editing om kapotte genen te repareren**
- Transgeen: **een genetisch gemodificeerd organisme**
- DNA-verwantschapsonderzoek: **DNA-test om te onderzoeken of mensen familie van elkaar zijn**

INZICHT

4

De politie vindt bloed op de plaats van een misdaad. Na onderzoek worden drie mensen ervan verdacht de misdaad te hebben gepleegd. Om de dader te vinden, wordt DNA-onderzoek gedaan. In afbeelding 2 zie je de resultaten van het onderzoek.

- a Welke verdachte moet de politie arresteren? Leg je antwoord uit.
De politie moet verdachte 2 arresteren. Zijn DNA-patroon is gelijk aan het DNA-patroon van het bloedspoor.
- b Is de verdachte opgespoord aan de hand van zijn genotype of van zijn fenotype?
De verdachte is opgespoord aan de hand van zijn genotype.

5

Er zijn voor- en tegenstanders van genetische modificatie.

Hierna staan argumenten die voor- en tegenstanders kunnen gebruiken.

Geef bij elk argument aan of dit past bij voorstanders of bij tegenstanders van genetische modificatie.

- 1 De mens heeft niet het recht de erfelijke eigenschappen van andere organismen te veranderen.
- 2 Door genetische modificatie kunnen erfelijke ziekten worden genezen.
- 3 Door genetische modificatie kan een onderzoeker alle organismen 'maken' die hij maar wil.
- 4 Genetisch gemodificeerde organismen kunnen in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken.
- 5 Medicijnen kunnen goedkoper en beter worden geproduceerd.

1, 3, 4 tegenstanders

2 en 5 voorstanders

6

Lees de tekst 'De gloeivis'.

- a De gloeivis krijgt in de natuur minder jongen dan andere zebravissen.

Geef hiervoor een verklaring.

Voorbeeld van een juist antwoord: Gloeivissen vallen meer op door hun kleur dan andere zebravissen en worden daardoor gemakkelijker gevangen door roofvissen.

- b Heeft de gloeivis hetzelfde fenotype als een normale zebravis? En hetzelfde genotype?

De gloeivis heeft een ander fenotype en een ander genotype dan een normale zebravis. (Het genotype is veranderd. Daardoor is zowel het genotype – de erfelijke eigenschappen – als het fenotype – het uiterlijk – van de vis veranderd.)

- c Welke DNA-techniek(en) kun je gebruiken om bij vissen een gen van een andere soort in te brengen?

Je kunt de vissen een gen van een andere soort geven met recombinant-DNA-technieken. (Een voorbeeld van zo'n techniek is crispr-cas.)

- d Voor het genetisch modificeren van de groene visjes wordt een gen uit een kwal gebruikt.

Is de kwal een transgeen organisme? Leg je antwoord uit.

De kwal is geen transgeen organisme. De kwal is zelf niet genetisch gemodificeerd (zijn DNA is niet veranderd). Het DNA van de kwal is gebruikt om de vissen genetisch te modificeren. (De visjes zijn wel transgeen.)

7

In afbeelding 4 zie je hoe een gen van een mens wordt overgebracht in een muis. Het gen wordt ingebracht in een chromosoom van een bevruchte eicel van de muis. Hierdoor kan de functie van een menselijk gen worden onderzocht.

- a Is dit een voorbeeld van genetische modificatie? Leg je antwoord uit.

Ja, dit is genetische modificatie, want de mens verandert de erfelijke eigenschappen van de muis.

- b In de kern van cel P komen 20 chromosomen voor.

Hoeveel chromosomen komen er voor in de spiercellen uit de rechterspoot van de muis? Leg je antwoord uit.

In een cel van de rechterspoot zitten 40 chromosomen, want er zitten 20 chromosomen in de geslachtscel. (In een lichaamscel zit het dubbele aantal chromosomen van een geslachtscel.)

- c Bezitten alle jonge muizen een gen dat afkomstig is van de mens? Leg je antwoord uit.

Alle jonge muizen bevatten het menselijke gen, want ze ontstaan allemaal uit de bevruchte eicel. Uit de bevruchte eicel groeit een muis door gewone celdelingen (mitose). Bij elke celdeling wordt het hele genotype gekopieerd, dus inclusief het ingebrachte gen.

- d Leg uit hoe onderzoekers de functie van het menselijk gen kunnen ontdekken.

De transgene muizen vergelijk je met muizen die het menselijk gen niet hebben. Als de omstandigheden waaronder de muizen leven gelijk zijn, zullen verschillen tussen de muizen worden veroorzaakt door het menselijk gen.

+8

De crispr-cas-techniek werkt bij bacteriën, planten, dieren en mensen. Ook kun je DNA van bijvoorbeeld bacteriën plaatsen in dieren.

- a Leg uit hoe het kan dat de techniek bij alle verschillende organismen werkt.

De stof DNA is in alle organismen hetzelfde. Het maakt dus niet uit of het DNA van een bacterie is of van een plant. Alle cellen van alle organismen kunnen DNA 'lezen'.

- b In Amerika zijn appels te koop die niet meer bruin verkleuren na het snijden. Dit is gelukt door bepaalde genen kapot te knippen met crispr-cas.

Leg in eigen woorden uit hoe crispr-cas ervoor kan zorgen dat een appel niet meer bruin wordt.

De appel wordt niet meer bruin, doordat genen die zorgen voor de verkleuring kapot zijn geknipt. Dankzij crispr-cas kan het gen gevonden worden en precies op de goede plek worden vernietigd.

- c Bedenk zelf een voorbeeld waarbij jij crispr-cas graag zou willen inzetten.

In je antwoord moet in elk geval zijn verwerkt dat DNA wordt veranderd, gerepareerd of toegevoegd. Voorbeelden van juiste antwoorden: de genezing van kanker (veroorzaakt door een mutatie), de genezing van erfelijke aandoeningen, planten die tegen droogte kunnen om in de woestijn te kunnen groeien.

Samenhang

DETOXDUIVEN OP DE DAM

OPDRACHTEN

1

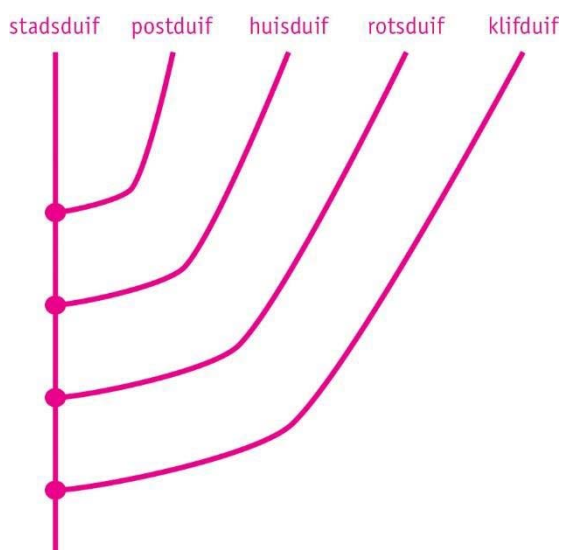
- a Leg uit dat stadskuiven met donkergekleurde veren goed zijn aangepast aan het milieu waarin ze leven.
Duiven met donkergekleurde veren hebben minder last van de zware metalen in het milieu waarin ze leven. Ze worden er minder ziek van. Daardoor zullen ze langer in leven blijven en meer nakomelingen krijgen.
- b Leg uit dat er steeds meer donkergekleurde duiven komen in de populatie stadskuiven.
Vanwege de zware metalen in het milieu krijgen duiven met donkergekleurde veren meer nakomelingen dan duiven met lichtgekleurde veren. Die nakomelingen hebben ook donkerder veren. In elke nieuwe generatie zijn de duiven met donkerder veren in het voordeel. Daardoor verspreidt de eigenschap zich door de populatie.
- c In de tekst staat dat de veren van de duiven donkerder zijn geworden door zware metalen in het milieu.
Inez denkt dat het ook zou kunnen komen doordat gebouwen in steden donkerder zijn. Donkere duiven hebben dan een betere schutkleur en vallen minder op voor hun natuurlijke vijanden.
Heeft Inez gelijk? Leg je antwoord uit.
Inez heeft geen gelijk, want in de stad zijn weinig natuurlijke vijanden. De duiven hebben daarom weinig voordeel van een schutkleur.

2

De stadskuif is nauw verwant aan de postduif. Samen hebben ze een gezamenlijke voorouder met de huisduif. De huisduif heeft een gezamenlijke voorouder met de rotsduif. De klifduif staat het verst van deze soorten af en is het nauwst verwant met de rotsduif.

Lenka tekent een evolutionaire stamboom met deze duivensoorten (zie afbeelding 2).

- a Wat klopt er niet aan de evolutionaire stamboom van Lenka?
Lenka heeft de huisduif als gemeenschappelijke voorouder van de stadskuif en de postduif getekend, en de rotsduif als gemeenschappelijke voorouder van de huisduif en de klifduif. Dat komt niet overeen met de beschrijving.
- b Teken een juiste evolutionaire stamboom van de huisduif, de klifduif, de postduif, de rotsduif en de stadskuif.



3

In de tekst staat dat het genotype van de stadsduif zo veranderd is dat hun veren donkerder zijn. Een onderzoeker wil controleren of dit klopt. Ze denkt dat de kleurverandering ook kan komen door invloeden uit het milieu.

- a Hoe zouden invloeden uit het milieu voor de kleurverandering kunnen zorgen?

Voorbeeld van een juist antwoord: Zware metalen in het milieu zouden de veren donker kunnen kleuren. Of: De veren zouden donkerder kunnen kleuren door het voedsel dat toeristen strooien. (Denk aan de zon die je huid donkerder kleurt, of dat je huid oranje wordt als je veel wortels eet.)

- b Is volgens de onderzoeker het genotype of het fenotype van de duiven veranderd? Of allebei? Leg je antwoord uit.

Volgens de onderzoeker is alleen het fenotype veranderd. Invloeden uit het milieu hebben geen invloed op het genotype. (Het genotype is alle erfelijke informatie in de chromosomen. Het fenotype zijn alle eigenschappen van de duif, zoals de kleur van de veren. Het fenotype komt tot stand door het genotype plus invloeden uit het milieu.)

- c Voor haar onderzoek vangt de onderzoeker een aantal donkergekleurde duiven in de stad en een aantal lichtgekleurde duiven van het platteland. Ze wil door middel van kruisingen eerst controleren of de duiven tot dezelfde soort behoren.

Wat moet ze daarvoor doen?

De onderzoeker moet de lichtgekleurde duiven met de donkergekleurde duiven kruisen. De nakomelingen daarvan moet ze weer met elkaar laten paren. Als die opnieuw nakomelingen krijgen, behoren de duiven tot dezelfde soort.

- d De onderzoeker geeft de lichtgekleurde duiven een jaar lang voer en water met zware metalen. Na een jaar laat ze de duiven paren. Ook de jongen krijgen voer en water met zware metalen.

Als invloeden uit het milieu de oorzaak zijn, zijn de veren van de jongen dan na een jaar licht of donker? En als genetische veranderingen de oorzaak zijn?

Als invloeden uit het milieu de oorzaak zijn, zijn de veren van de jongen donkergekleurd.

Als genetische veranderingen de oorzaak zijn, zijn de veren lichtgekleurd.

- e De onderzoeker geeft de donkergekleurde duiven een jaar lang voer en water waar geen zware metalen in zitten. Na een jaar laat ze de duiven paren. Ook de jongen krijgen voer en water zonder zware metalen.

Als invloeden uit het milieu de oorzaak zijn, zijn de veren van de jongen dan na een jaar licht- of donkergekleurd? En als genetische veranderingen de oorzaak zijn?

Als invloeden uit het milieu de oorzaak zijn, zijn de veren van de jongen lichtgekleurd.

Als genetische veranderingen de oorzaak zijn, zijn de veren donkergekleurd.

4

Er is een gen dat bepaalt of een duif een kuif heeft. Het allel K voor 'geen kuif' is dominant. Het allel k voor 'kuif' is recessief.

- a Welke genotypen kunnen duiven zonder kuif hebben?

Duiven zonder kuif hebben het genotype KK of Kk.

- b In het wild komen duiven met een kuif bijna niet voor.

Welk genotype hebben bijna alle wilde duiven voor de kuif? Leg je antwoord uit.

Het genotype KK, want als er veel duiven met Kk zouden zijn, dan zouden er ook veel duiven met kk zijn, en die hebben een kuif.

- c Een duivenfokker kruist twee duiven. Het mannetje heeft een kuif en het vrouwtje is homozygoot voor 'geen kuif'. De twee nakomelingen kruist hij weer met elkaar.

- Werk de kruising uit volgens het stappenplan voor P en F₁.
- Maak een kruisingsschema voor de F₂.

P	KK	×	kk
geslachtscellen	K		k
F ₁		Kk	
	Kk	×	Kk
geslachtscellen	K of k		K of k
F ₂	Kk	×	Kk

	K	k
K	KK	Kk
k	Kk	kk

- d Bij duiven die net uit het ei zijn gekropen, is moeilijk te zien of het mannetjes of vrouwtjes zijn. Daarom laat de fokker DNA-testen uitvoeren.

Waardoor is het mogelijk om met een DNA-test het geslacht van een duivenjong te bepalen?

Doordat mannetjes en vrouwtjes verschillende geslachtschromosomen hebben.

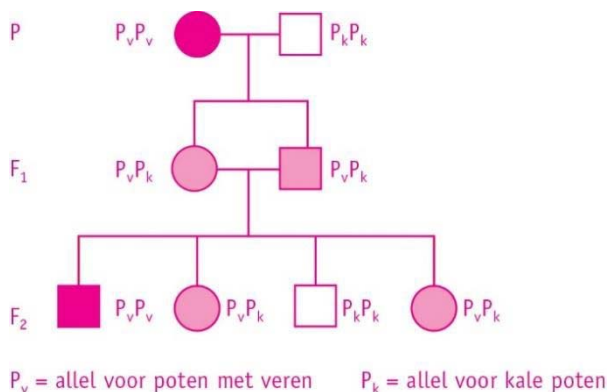
- e Het valt de duivenfokker op dat het vrouwtje in generatie P poten heeft die helemaal bedekt zijn met veren, en dat het mannetje kale poten heeft. De beide nakomelingen in F₁ hebben poten die half met veren bedekt zijn.

Hoe heet het fenotype voor veren op de poten van de duiven in F₁?

Dat heet een intermediair fenotype. (Voor deze erfelijke eigenschap zijn beide allelen even sterk. Bij een heterozygoot genotype ontstaat dan een intermediair fenotype. Dit is een mix van de beide eigenschappen in het fenotype.)

- f De fokker kruist de twee nakomelingen in F₁ nog een keer met elkaar. Daaruit worden vier jongen geboren in F₂. Alle mogelijke fenotypen komen voor in F₂ in de te verwachten verhouding.

Teken een mogelijke stamboom van deze twee kruisingen voor de eigenschap pootveren. Duiven waarbij de poten volledig met veren bedekt zijn, kleur je in; duiven met kale poten laat je open. Duiven waarvan de poten half bedekt zijn, arceer je. Zet telkens het genotype met betrekking tot de pootveren erbij. Bedenk zelf een logische naam voor de allelen.



5

Evolutie kan snel gaan. Hoe sneller een genetische aanpassing kan worden doorgegeven, hoe sneller de evolutie gaat. Die snelheid hangt af van:

- de generatietijd
 - de sterkte van natuurlijke selectie
 - de populatiegrootte
- a Wordt een aanpassing sneller of langzamer doorgegeven bij een grotere generatietijd (de tijd vanaf de geboorte totdat er nieuwe nakomelingen zijn)?
Bij een grotere generatietijd wordt een genetische aanpassing langzamer doorgegeven. (Het duurt dan langer voor er weer nieuwe nakomelingen zijn.)
- b Wordt een aanpassing sneller of langzamer doorgegeven bij een sterkere natuurlijke selectie?
Bij een sterkere natuurlijke selectie wordt een genetische aanpassing sneller doorgegeven. (De aanpassing zorgt er dan voor dat een organisme meer nakomelingen kan krijgen. De eigenschap kan dan vaker worden doorgegeven aan weer nieuwe nakomelingen.)
- c Wordt een aanpassing sneller of langzamer doorgegeven bij een grotere populatiegrootte?
Bij een grotere populatie wordt een genetische aanpassing langzamer doorgegeven. (In een grotere populatie zijn er heel veel individuen die de aanpassing niet hebben.)

Leren onderzoeken

1 JE ONDERZOEK SCHRIFTELIJK PRESENTEREN

OPDRACHT

1

- a Voor welk kenmerk van het gezicht of de handen ga je je onderzoek uitvoeren?
eigen antwoord
- b Wat is jouw onderzoeksvraag?
Hoe erft het kenmerk ... over in mijn familie?
- c Welk antwoord verwacht je te vinden bij jouw onderzoeksvraag?
Ik verwacht dat ...
- d Welke familieleden vraag je om mee te doen aan je onderzoek?
eigen antwoord
- e Wanneer ga je het onderzoek uitvoeren?
eigen antwoord
- f Welke spullen heb je nodig om je onderzoek uit te voeren?
eigen antwoord
- g Hoe ga je de resultaten weergeven? Maak je bijvoorbeeld een tabel?
eigen antwoord

Practica

1 MAISKORRELS

OPDRACHT

1

- a Maak twee kruisingsschema's. Neem voor het allel van de ruwe zaden de letter R en van de gladde zaden de letter r.

Maak een kruisingsschema bij P: $Rr \times rr$ en een kruisingsschema bij P: $Rr \times Rr$.

Geef de bijbehorende verhoudingen van de mogelijke fenotypen.

P	$Rr \times rr$		
F ₁		r	r
	R	Rr	Rr
	r	rr	rr

ruwe zaden : gladde zaden = 1 : 1

P	$Rr \times Rr$		
F ₁		R	r
	R	RR	Rr
	r	Rr	rr

ruwe zaden : gladde zaden = 3 : 1

- b De hypothese is: 'Het allel voor ruwe maiskorrels is dominant over het allel voor gladde maiskorrels.'

Klopt deze hypothese met jouw resultaten volgens jouw kruisingstabellen?

Als je bij je resultaten ongeveer dezelfde verhouding in fenotype ziet als bij een van de kruisingsschema's, dan is de hypothese bevestigd.

Als de verhouding van jouw maiskolf niet overeenkomt, dan is de hypothese verworpen.

- c Wat is de conclusie die je bij jouw resultaten kunt trekken?

Het allel voor ruwe maiskorrels is dominant / recessief.

Examenopgaven

Schubbeneters

1

Hoe heet de theorie die verklaart hoe in de loop van de tijd door mutatie en selectie nieuwe soorten ontstaan uit een gemeenschappelijke voorouder?

evolutie(theorie)

2

Welke groep vissen is volgens de stamboom het langst geleden als aparte groep ontstaan?

- A Petrochromis
- B blauwe regenboogvis
- C Plecodus
- D schubbeneter
- E prinses van Burundi

E

(In de stamboom is te zien dat prinses van Burundi zich het langst geleden afsplitste van de andere vissen.)

3

Aan welke groep vissen is een schubbeneter het meest verwant volgens de stamboom?

- A Aan de Petrochromis.
- B Aan de blauwe regenboogvis.
- C Aan de Plecodus.
- D Aan de prinses van Burundi.

C

(De gemeenschappelijke voorouder van de schubbeneter en Plecodus heeft recenter geleefd dan de gemeenschappelijke voorouder van de schubbeneter en de andere vissen. Daarom is Plecodus het meest verwant.)

4

Uit kruisingsproeven blijkt dat de eigenschappen linksmondig en rechtsmondig erfelijk zijn.

In tabel 1 staan de resultaten van enkele kruisingen met schubbeneters.

Het allel voor rechtsmondig is recessief. Uit welke kruising kun je dat met zekerheid afleiden?

- A Kruising 1.
- B Kruising 2.
- C Kruising 3.

A

(Bij kruising 1 ontstaan bij een kruising tussen linksmondige ouders ook rechtsmondige nakomelingen. Het gen voor rechtsmondig komt bij linksmondige ouders niet tot uitdrukking, dus moet het wel recessief zijn.)

PAH

5

PAH kan verschillende oorzaken hebben. Eén daarvan is een erfelijke afwijking, veroorzaakt door een dominant allel (A).

In afbeelding 3 zie je een stamboom van een familie waarin de erfelijke vorm van PAH voorkomt. Wat is het genotype van persoon P? En wat is het genotype van persoon Q?

Het genotype van persoon P is Aa / heterozygoot. (1p)

Het genotype van persoon Q is aa / homozygoot recessief. (1p)

(Persoon P heeft een dominant gen (A) van zijn moeder gekregen en een recessief allel (a) van zijn vader. Zijn genotype is dus heterozygoot (Aa).

Persoon Q heeft de erfelijke afwijking die veroorzaakt wordt door een recessief gen (a), dus haar genotype is homozygoot recessief (aa).)

Sikkelcelanemie

6

Hoe heet iemand met één allel voor sikkelcelanemie?

een drager

7

Twee personen zijn beiden heterozygoot voor het gen dat sikkelcelanemie veroorzaakt. Ze verwachten samen een kind.

Hoe groot is de kans dat dit kind sikkelcelanemie krijgt?

- A 0%.
- B 25%.
- C 50%.
- D 75%.
- E 100%.

B

(Beide ouders zijn heterozygoot (Aa). De kans op een kind met sikkelcelanemie (aa) is dan 25%.)

Tuinslakken

8

Een tuinslak die heterozygoot is voor de kleur van het huisje, paart met een homozygote tuinslak. Ze krijgen nakomelingen met een bruin huisje en nakomelingen met een geel huisje.

Wat is het genotype van de homozygote ouder? En wat is het fenotype?

Het genotype van de homozygote ouder is aa. (1p)

Het fenotype van de homozygote ouder is een geel huisje. (1p)

9

In een tuin is de bodem bedekt met bruin strooisel. Het strooisel bestaat uit dode resten van organismen. In deze tuin leeft een populatie slakken. Er zijn slakken met gele huisjes en slakken met bruine huisjes. De slakken eten van de dode resten op de bodem van de tuin. Zelf worden de slakken gegeten door vogels.

In de loop van enkele jaren neemt het deel van de populatie dat bestaat uit slakken met gele huisjes af. Het deel met bruine huisjes neemt juist toe. Dit is het gevolg van natuurlijke selectie.

Leg uit hoe door natuurlijke selectie het aantal slakken met bruine huisjes in deze populatie toeneemt.

Slakken met een bruin huisje hebben een grotere overlevingskans dan slakken met een geel huisje. (1p)

Daardoor hebben slakken met een bruin huisje een grotere kans om zich voort te planten. (1p)