

bvj

VMBO-K

Biologie voor jou

Uitwerkingenboek



3K uitwerkingen

Biologie voor jou



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	16
5	Variatie in genotypen	20
6	Evolutie	23
7	DNA-technieken	26
	Samenhang	29
	<i>Een vreemde vogel</i>	

ONDERZOEK

Practica	29
----------	----

EXAMENOPGAVEN

30

Wat weet je al over erfelijkheid en evolutie?

OPDRACHTEN VOORKENNIS

1

Organismen kunnen zich op twee manieren voortplanten: geslachtelijk en ongeslachtelijk. Over welk type voortplanting gaan de zinnen?

- 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 de bevruchting van een eicel door een zaadcel schematisch weergegeven. 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-chromosoom |
| 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

Er zijn twee typen celdeling: de gewone celdeling en de reductiedeling.

- a Welke andere namen ken je hiervoor?
gewone celdeling: ~~meiose~~ / mitose
reductiedeling: meiose / ~~mitose~~
- b Wat voor cellen worden er gevormd?
gewone celdeling: ~~geslachtscellen~~ / lichaamscellen
reductiedeling: geslachtscellen / ~~lichaamscellen~~
- c Bij welke celdeling bevatten de dochtercellen weer chromosomenparen?
bij de 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?
Bengaalse kat / ~~lynx~~ / ~~poema~~
- c Welke katachtige is het minst verwant aan de huiskat?
~~Bengaalse kat~~ / lynx / ~~poema~~
- d Hoe meer het DNA van twee soorten overeenkomt, hoe korter / ~~langer~~ geleden hun gemeenschappelijke voorouder leefde.
- e 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 Een allel is een variant van een *chromosoom* / gen.
- c De informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme heet het *genotype* / *fenotype*.
Alle eigenschappen van een organisme heet het *genotype* / *fenotype*.

2

De informatie voor je erfelijke eigenschappen is opgeslagen in genen. Elk gen bestaat uit twee allelen.

Hoeveel allelen voor één erfelijke eigenschap bevat de cel? Kies uit: 1 – 2.

Bevruchte eicel: 2

Eicel: 1

Lichaamscel: 2

Zaadcel: 1

3

Samenvatting

De volgende begrippen zijn weergegeven van groot naar klein.

Omschrijf bij elk begrip in eigen woorden wat het betekent. Je mag ook een voorbeeld gebruiken of een tekening.

- fenotype alle eigenschappen van een organisme, bijvoorbeeld blauwe ogen en je 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, bijvoorbeeld de haarkleur
- allel variant van een gen op één chromosoom, bijvoorbeeld (de informatie voor) zwart 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

De kleur van bloemen wordt bepaald door het genotype en door invloeden uit het milieu. 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.

- a Een tuinliefhebber heeft in de tuin een hortensia met roze bloemen.

Welke invloed uit het milieu zorgt voor roze of blauwe bloemen?

De zuurgraad van de grond zorgt voor roze of blauwe bloemen. (Als de grond zuur is, zijn de bloemen blauw. Als de grond niet zuur is, zijn de bloemen roze.)

- 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.

Twee stekjes van dezelfde plant staan in twee aparte potten. In beide potten zit niet-zure grond van dezelfde samenstelling. Aan één pot worden roestige spijkers toegevoegd.

Als de bloemen in de pot met de roestige spijkers blauw worden en in de andere pot roze, dan klopt het idee dat roestige spijkers de grond zuurder maken. (Want bij zure grond kleuren de bloemen blauw.)

- 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 Hoe ontstaat uit een bevruchte eicel een nieuw organisme?

Door mitose (gewone celdeling) ontstaat een nieuw organisme. (Bij de gewone celdeling blijft het genotype in iedere cel hetzelfde.)

- c 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. Bij een gewone celdeling (mitose) blijft het genotype gelijk.

- d 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

In duingebieden staan rijen scheve bomen. Door de overheersende, harde wind groeien de takken aan één kant van de stam minder goed dan aan de andere kant. De toppen van de bomen ontwikkelen zich vooral aan de kant waar de wind niet vandaan komt. De bomen gaan daardoor helemaal scheef hangen (zie afbeelding 6).

Gert neemt van een van deze bomen een paar takken mee om te stekken. Hij poot de stekken in zijn tuin. De tuin is erg beschut, dus de bomen staan niet in de wind.

Groeien uit deze stekken scheve bomen? Leg je antwoord uit.

Nee, want de scheefgroei wordt veroorzaakt door de harde wind en niet door het genotype (maar door het milieu). (Als het milieu verandert, kan ook het fenotype veranderen; het genotype blijft hetzelfde.)

2 Genen

KENNIS

1

- a 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.)
- b 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.)
- c 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.

- a 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.)
- b Welke genotypen hebben de rozen met rode, witte en roze bloemen?
- 1 De plant met rode bloemen heeft genotype: $A_r A_r$ / $A_{ww} A_{ww}$ / $A_r A_{ww}$
 - 2 De plant met witte bloemen heeft genotype: $A_r A_r$ / $A_w A_w$ / $A_r A_w$
 - 3 De plant met roze bloemen heeft genotype: $A_r A_r$ / $A_{ww} A_{ww}$ / $A_r A_w$
- c 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. Het allel voor rode bloemen is *dominant* / *recessief* / *geen van beide*.
(De plant heeft een allel voor witte en een allel voor rode bloemen. Toch zie je alleen maar rode bloemen. Deze eigenschap is dus de dominante eigenschap.)

3

Samenvatting

Zet bij de volgende begrippen een definitie of 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*.

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

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.

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: TT, Tt of tt? 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 Kan een persoon met het genotype Tt de stof PTC wel of niet proeven? Leg je antwoord uit.

Een persoon met dit genotype kan PTC proeven, want het allel voor PTC proeven is dominant. (Dus met één allel voor PTC proeven kan deze persoon PTC proeven.)

6

Mensen met kortvingerigheid hebben in elke vinger twee kootjes in plaats van drie. In afbeelding 7 zie je van drie mensen schematisch de lichaamscellen getekend. In de celkernen zie je de chromosomen met daarop het gen dat bepaalt hoeveel kootjes er in de vingers voorkomen. Persoon 2 heeft vingers met drie kootjes.

- a Welk allel is dominant? Leg je antwoord uit.

Het allel voor vingers met drie kootjes is dominant, omdat persoon 2 heterozygoot is / beide allelen heeft in het genotype, maar als fenotype vingers met drie kootjes heeft.

- b Welke persoon heeft kortvingerigheid? Leg je antwoord uit.

Persoon 1 heeft kortvingerigheid, want deze persoon heeft twee allelen voor korte vingers. (Het is een recessief allel, dus je hebt twee allelen nodig in het genotype om het in het fenotype terug te zien.)

+7

Er bestaat een groep erfelijke ziekten waarbij het bindweefsel te slap is. In de familie van Yke komt een van deze ziekten voor. Alleen personen met twee allelen voor deze ziekte hebben bindweefsel dat te slap is.

Yke wil graag kinderen en laat haar genotype onderzoeken. Uit het onderzoek blijkt dat Yke in iedere celkern één allel heeft voor deze ziekte.

- a Is het bindweefsel van Yke te slap of heeft Yke normaal bindweefsel? Leg je antwoord uit.

Yke heeft normaal bindweefsel. Ze heeft per celkern maar één allel dat de ziekte veroorzaakt en dus ook één allel dat zorgt voor normaal bindweefsel. (Het dominante, gezonde, allel zorgt voor normaal bindweefsel.)

- b In afbeelding 8 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.

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.)

- c 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. Gebruik in je antwoord de woorden dominant, recessief en intermediair.

Een verklaring kan zijn dat de milde vorm van het syndroom een intermediair fenotype is. Het allel voor het 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 gezond en ziek. Dus deze persoon is wel ziek, maar heeft minder ernstige verschijnselen.)

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 F_1 / P .
- 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 is het genotype van het mannetje? (Het vrouwtje is al voorgedaan.)
vrouwtje: HH
mannetje: hh
- b De eicellen bevatten het allel H.
Welk allel bevatten de zaadcellen?
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 ontbrekende genotypen en allelen in. Gebruik daarbij: 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 hh. 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 er drie hokjes met minstens één H. Dit is drie vierde en hetzelfde als 75%.)

3

Samenvatting

In de tekst staan de vier stappen om de verhouding in fenotypen van de F_2 te bepalen.

- 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

Bij erwtenplanten is het allel voor rode bloemkleur (B) dominant over het allel voor witte bloemkleur (b).

Een bepaalde erwtenplant is heterozygoot voor de bloemkleur.

Gebruik afbeelding 7 bij deze opdracht.

- a Wat is het genotype van de erwtenplant (de ouder)?

Het genotype van de erwtenplant is Bb. (Want in de tekst staat dat de plant heterozygoot is voor de bloemkleur.)

- b Stuifmeelkorrels bevruchten eicellen van bloemen van dezelfde plant (zie afbeelding 7).

Hebben beide bloemen hetzelfde genotype of verschillen de genotypen van de bloemen van elkaar? Leg je antwoord uit.

De beide bloemen hebben hetzelfde genotype, want ze groeien aan dezelfde plant.

- c Noteer van deze kruising: $P: \dots \times \dots$

$P: Bb \times Bb$ (De bloemen van dezelfde plant bevruchten elkaar. De hele plant heeft hetzelfde genotype.)

- d Maak een kruisingsschema van de F_1 .

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

- e De F_1 bestaat uit 2000 zaden, die allemaal ontkiemen en uitgroeien tot planten.

Hoeveel F_1 -planten zullen naar verwachting rode bloemen hebben? Leg je antwoord uit.

1500 F_1 -planten, want in het schema zie je dat 75% minstens één B in het genotype heeft.

Alle genotypen met de letter B hebben rode bloemen. (Alle genotypen met een dominant allel hebben deze eigenschap in het fenotype.)

5

In afbeelding 8 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.

- a Welk genotype kunnen de nakomelingen van twee homozygoot dominante ouders krijgen?

De nakomelingen van twee homozygoot dominante ouders hebben allemaal het genotype AA. (P: AA × AA)

- b Welk genotype kunnen de nakomelingen van twee homozygoot recessieve ouders krijgen?

De nakomelingen van twee homozygoot recessieve ouders hebben allemaal genotype aa. (P: aa × aa)

- c Twee ouderplanten hebben beide gele erwten. De nakomelingen van deze ouders hebben zowel gele als groene erwten.

Zijn de beide ouderplanten heterozygoot (een allel groen en een allel geel) of homozygoot (twee allelen geel) 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.)

- d 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 dominant.)

+6

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.)

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*.

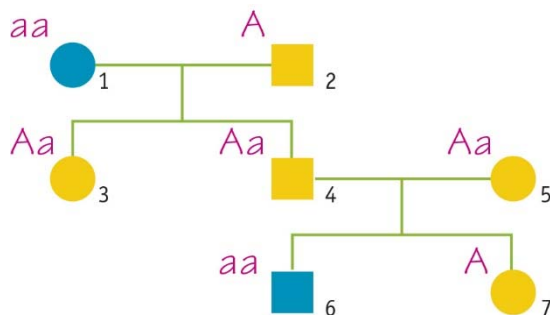
2

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

In afbeelding 6.1 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.)

Afb. 6



Legenda:

- huidtype met sproeten
- huidtype zonder sproeten

3

Samenvatting

In afbeelding 7 zie je een stamboom.

- Zet achter de stappen wat je moet doen om de genotypen af te kunnen leiden. Stap 1 is al ingevuld.
- Vul ook de legenda in door te noteren wat het rondje en wat het vierkantje voorstelt.

Afb. 7 Een stamboom.

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

● fenotype 1 ● fenotype 2

○ 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 Wat is het genotype van iemand met SMA: AA, Aa of aa? Leg je antwoord uit.

Het genotype van iemand met SMA is aa, want alleen met twee recessieve allelen heb je SMA.

- b 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.)

- c Neem de stamboom van afbeelding 8 over en noteer bij iedereen het genotype. Gebruik de letters A en a. Bij sommige personen zijn meerdere genotypen mogelijk. Geef dan beide mogelijkheden. Peter en Jorina zijn al voorgedaan.

Annette: Aa

Ewout: Aa

Nadien: AA of Aa

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

- d 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 één allel voor SMA heeft?

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.

- e Dochter Jorina krijgt een relatie met 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 krijgt.

5

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

In afbeelding 9 zijn drie stambomen getekend.

- a Welke kleur in de stamboom heeft een persoon zonder kuiltjes in de wangen?

Iemand zonder kuiltjes in de wangen wordt in de stamboom aangegeven met de kleur geel.

- b Wat is het genotype van iemand zonder kuiltjes?

Het genotype van iemand zonder kuiltjes is aa (want een recessief allel zie je alleen in het fenotype als je er twee van hebt).

- c 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

Bij een kattenras komen katten met lange haren en katten met korte haren voor. De haarlengte is een erfelijke eigenschap. Het allel voor korte haren is dominant (A).

In afbeelding 10 zie je een stamboom van een kattenfamilie.

- a Uit de resultaten van één bepaalde kruising is met zekerheid af te leiden dat het allel voor korte haren dominant is.

Welke kruising is dat? Leg je antwoord uit.

Kruising 5 × 6, want hierin zie je dat de twee ouders met hetzelfde fenotype een nakomeling krijgen met een afwijkend fenotype (anders dan dat van de ouders). Dit kan alleen als beide ouders heterozygoot zijn en het recessieve allel doorgeven aan één nakomeling. (In dit geval krijgen twee ouders met korte haren een kitten met lange haren.)

- b Wat is het genotype van poes 1? Leg uit hoe je dat kunt zien in de stamboom.

Het genotype van poes 1 is Aa. Dit kun je zien doordat de poes korte haren heeft, maar een nakomeling krijgt met lange haren. Een poes met lange haren heeft altijd twee recessieve allelen en moet dus van beide ouders een recessief allel hebben gekregen.

5 Variatie in genotypen

KENNIS

1

Kies de juiste woorden.

- 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 ~~hetzelfde genotype~~ / *verschillende genotypen*.
- 4 Nakomelingen van ongeslachtelijke voortplanting hebben *hetzelfde genotype als hun ouders* / ~~een ander genotype dan hun ouders~~.

2

- a De omgeving kan de kans op een mutatie *wel* / ~~niet~~ beïnvloeden.
(Mutagene stoffen en bepaalde soorten straling kunnen de kans op een mutatie vergroten.)
- b ~~Iedere~~ / *Niet iedere* mutatie leidt tot een bepaalde aandoening of ziekte.
(Mutaties vinden dagelijks plaats, gelukkig maar zelden met een ernstige ziekte tot gevolg.)
- c Noem een voorbeeld van een mutagene stof.
Voorbeelden zijn *asbest, asbestdeeltjes en sigarettenrook*.
(Straling is niet goed, want dat is geen stof.)
- d Een goedaardige tumor groeit *langzaam* / ~~snel~~.
- e Een kwaadaardige tumor verplaatst zich in het lichaam via *bloed* / ~~weefsel~~.

3

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* / ~~hetzelfde als~~ dat van de ouders.

Variatie in genotypen

- Nieuwe genotypen ontstaan bij *geslachtelijke* / ~~ongeslachtelijke~~ voortplanting.
- Een genotype kan ook veranderen door een *mutatie*.

Mutaties en kanker

- Niet iedere mutatie leidt tot een aandoening of ziekte. Een mutatie kan spontaan ontstaan of door *mutagene stoffen of straling*.
- Je spreekt van kanker als *er mutaties zijn die ervoor zorgen dat cellen te snel en zonder te stoppen gaan delen. Zo ontstaat een kwaadaardige tumor*.

INZICHT

4

Bij weefselkweek snijd je een stukje van een plant. Dit stukje plant kan weer uitgroeien tot een nieuwe plant.

- a Vindt bij weefselkweek reductiedeling of gewone celdeling plaats?
Hierbij vindt gewone celdeling plaats. (Er ontstaan geen geslachtscellen, zoals bij reductiedeling en geslachtelijke voortplanting.)
- b Het kleine stukje weefsel bevat genoeg informatie om uit te groeien tot een complete plant. In principe bevat één bladcel hiervoor al genoeg informatie. Leg dat uit.
Alle cellen bevatten het complete DNA, alle chromosomen, alle genen. Iedere cel bevat dus alle informatie.

5

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 (aa) door bestuiving.
Hebben alle nakomelingen dan rode bloemen? Leg je antwoord uit.
Ja, want 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 (en die zijn dan ook aa).

6

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 waardoor overal tumoren kunnen 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.)

7

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

- a Wat veroorzaakt de mutatie bij baarmoederhalskanker?
Het HP-virus (humaan papillomavirus = HPV) kan baarmoederhalskanker veroorzaken.
- b 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 vóór 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 moet worden verwijderd. De kans daarop kun je veel kleiner maken door vaccinatie en door je te laten testen vanaf je 30e jaar.

+8

Je hebt een appelboom met stevige appels en een appelboom met zoete appels. Je wilt een ras kweken van stevige, zoete appels. Om die appel te kweken, heb je een combinatie nodig van geslachtelijke 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 er door ongeslachtelijke voortplanting voor zorgen dat je meer bomen krijgt met appels met deze (zelfde) eigenschappen.

6 Evolutie

KENNIS

1

- a Organismen die samen vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen, behoren tot één **soort**.
- b 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.)
- c 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.)
- d Behoren alle planten van een populatie brandnetels tot dezelfde soort? **ja** / **nee**
(Het is een populatie als ze tot dezelfde soort behoren.)
- e 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 ontstaat door **geslachtelijke** / **ongeslachtelijke** voortplanting en door **mitose** / **mutatie**.
(Geslachtelijke voortplanting zorgt voor een nieuwe combinatie van allelen. Een mutatie verandert het DNA. Wanneer 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 worden opgegeten. (Hij is beter aangepast aan zijn milieu.))
- c De evolutietheorie gaat onder andere uit van natuurlijke selectie. Wat zijn de andere twee uitgangspunten van de evolutietheorie?
 - 1 **variatie in genotypen**
 - 2 **het ontstaan van nieuwe soorten**
- d 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 weer aangepast aan het milieu.

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof.

Soort = organismen die samen vruchtbare nakomelingen kunnen krijgen

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

Evolutie = het ontstaan en veranderen van soorten gedurende lange tijd

Uitgangspunten van de evolutietheorie

- Variatie 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? Leg je antwoord uit.

- 1 Er kan alleen een nieuwe soort ontstaan als dezelfde mutatie bij deze slakken zich vaker voordoet binnen deze populatie.
Juist, want slakken met een rechtsdraaiend huisje kunnen zich alleen voortplanten met andere rechtsdraaiende huisjesslakken. Eén slak met een rechtsdraaiend huisje zou zich dus niet kunnen voortplanten en ook geen nakomelingen kunnen krijgen met rechtsdraaiende huisjes.
- 2 De kans op nakomelingen is voor beide vormen even groot.
Onjuist, want er zijn maar weinig slakken met een rechtsdraaiend huisje, dus de kans dat zo'n slak nog een slak tegenkomt met een rechtsdraaiend huisje om zich mee voort te planten, is heel erg klein. (De kans dat een slak met een linksdraaiend huisje een partner vindt, is veel groter.)

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 (mannetje).

- 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

- a Wat is voor een dier het voordeel van een schutkleur?
Door de schutkleur valt een dier minder op. Het dier wordt daardoor minder snel gezien door roofdieren (in het geval van een dier dat wordt opgegeten) of door prooidieren (in het geval van een dier dat op andere dieren jaagt en eet).
- b In een populatie dieren met schutkleur komen regelmatig dieren voor met afwijkende kleuren. Deze kleuren komen voor door mutaties.
Welke dieren zullen waarschijnlijk de meeste nakomelingen krijgen: de dieren met een schutkleur of de dieren met afwijkende kleuren? Leg je antwoord uit.
De dieren met een schutkleur krijgen de meeste nakomelingen, want deze dieren hebben een grotere kans in leven te blijven en zich voort te planten dan de dieren met afwijkende kleuren. (De schutkleur wordt doorgegeven aan nakomelingen.)
- c Voor het voortbestaan van de soort is het belangrijk dat er afwijkende kleuren blijven voorkomen. Leg dat uit.
Het milieu kan veranderen, bijvoorbeeld doordat de ondergrond een andere kleur krijgt. Hierdoor kan een bepaalde afwijkende kleur dan minder opvallen dan de oorspronkelijke kleur. Dieren met de oorspronkelijke kleur vallen dan bijvoorbeeld massaal ten prooi aan roofdieren, maar door de dieren met afwijkende kleuren kan de soort blijven voortbestaan.

+8

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.
Nee, want binnen een populatie is er veel variatie in fenotype en genotype. (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.

7 DNA-technieken

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

Misschien heb je weleens penicilline van de dokter gekregen. Penicilline is een antibioticum dat helpt tegen ontstekingen. Penicilline wordt gemaakt door een schimmel. De schimmel maakt penicilline om zich te beschermen tegen bacteriën die de schimmel in de natuur aanvallen.

De penicilline die je van een arts krijgt, is een voorbeeld van:

- ☒ A biotechnologie.
- ☐ B genetische modificatie.

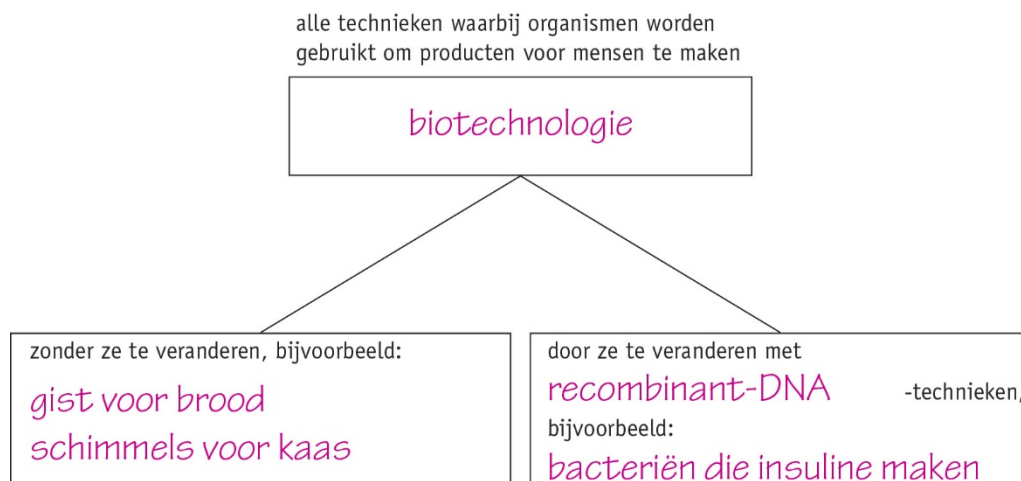
(Bij genetische modificatie is DNA door de mens veranderd. Dat is bij penicilline niet gebeurd. De schimmel maakt penicilline al van nature.)

3

Samenvatting

Maak een samenvatting van de basisstof door het schema in afbeelding 2 in te vullen.

Afb. 2



Genetische modificatie = **erfelijke eigenschappen van organismen aanpassen**

Transgeen = **organisme dat genetisch gemodificeerd is**

INZICHT

4

Bij verlies van een huisdier kun je in sommige landen je dode huisdier laten klonen. Uit één celkern, een lege eicel en een draagmoeder (bijvoorbeeld een poes of een hond) wordt dan een nieuw dier geboren. Je krijgt zo een genetisch identiek huisdier.

In Europa is klonen verboden.

a Is klonen een voorbeeld van recombinant-DNA-techniek? Leg je antwoord uit.

Nee, want aan het DNA wordt niks toegevoegd. (Bij DNA-recombinant-techniek wordt DNA uit een ander organisme in het bestaande DNA geplaatst (gecombineerd).)

b Wat vind jij? Een huisdier klonen, moet dat ook in Europa worden toegestaan? Noteer zo veel mogelijk argumenten voor jouw mening.

Eigen antwoord. Bijvoorbeeld:

- Ik vind dat klonen van huisdieren moet worden toegestaan, omdat het heel fijn is dat, als je een huisdier verliest, je dan hetzelfde huisdier weer terugkrijgt. Dat verzacht het verdriet.
- Als mensen ervoor betalen, moet het gewoon mogen.
- Ik vind dat klonen verboden moet blijven, want je mag niet spelen met of knutselen aan de natuur. Misschien worden dieren niet goed behandeld bij het klonen.

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.

Kies één argument uit waar jij het mee eens bent. Licht toe waarom.

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

1, 2, 3 tegenstanders

4 voorstanders

Waar je het mee eens bent: eigen antwoord.

6

Lees de tekst 'De gloeivis'.

- a Heeft de gloeivis hetzelfde fenotype als een normale zebravis?
De gloeivis heeft een ander fenotype dan de normale zebravis. (Het uiterlijk van de gloeivis is anders.)
- b Heeft de gloeivis hetzelfde genotype als een normale zebravis?
De gloeivis heeft een ander genotype dan een normale zebravis. (Door de verandering in het DNA, dus het genotype, geeft de gloeivis licht.)
- 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.
- d Voor het genetisch modifieren 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 groene visjes genetisch te modifieren. (De visjes zijn wel transgeen.)
- e 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.

+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 een voorbeeld van genetische modificatie, want de mens verandert de erfelijke eigenschappen van de muis.
- b In de kern van eicel P komen 20 chromosomen voor. Hoeveel chromosomen komen voor in de spiercellen uit de rechterspierpoot van de muis? Leg je antwoord uit.
In een cel van de rechterspierpoot zitten 40 chromosomen, want er zitten ook 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.

Samenhang

EEN VREEMDE VOGEL

OPDRACHTEN

1

- a Wanneer ontstaat het genotype van een koekoek?
- ☐ A tijdens het hele leven van de koekoek
 - ☒ B tijdens of vlak na de paring van zijn ouders
 - ☐ C wanneer de moederkoekoek het ei legt
 - ☐ D wanneer de pleegouders het koekoeksjong voeren
 - ☐ E wanneer het koekoeksjong uit het ei komt
- b Hebben de pleegouders van een koekoek invloed op het fenotype van de koekoek? Leg je antwoord uit.
- Ja, want de pleegouders bepalen bijvoorbeeld hoeveel en welk soort eten een koekoeksjong krijgt, en dat is van invloed op het fenotype van de koekoek.

2

- In de klas is een discussie over soorten en rassen bij koekoeken.
- a Khadija zegt: 'Volgens mij behoren vrouwtjes met gestippelde eieren en vrouwtjes met blauwe eieren tot verschillende soorten.'
- Heeft Khadija gelijk? Leg je antwoord uit.
- Khadija heeft ongelijk, want twee koekoeksvrouwtjes met verschillende eierkleuren kunnen met hetzelfde mannetje vruchtbare nakomelingen krijgen. Het zijn allemaal vogels van de soort koekoek.
- b Pien zegt: 'Volgens mij behoren vrouwtjes met gestippelde eieren en vrouwtjes met blauwe eieren tot verschillende rassen van dezelfde soort.'
- Geef een argument tegen de uitspraak van Pien.
- Rassen zijn kunstmatig ontstaan, bijvoorbeeld door fokken of kweken. Dat geldt niet voor koekoeksvrouwtjes. Hun erfelijke eigenschappen zijn natuurlijk ontstaan.
- c Geef een argument voor de uitspraak van Pien.
- Een ras is een groep organismen binnen één soort die door bepaalde erfelijke eigenschappen verschilt van de rest van de soort. Dat geldt voor koekoeksvrouwtjes. Door hun erfelijke eigenschappen leggen ze een andere kleur eieren dan andere vrouwtjes. Die eigenschap geven ze door aan al hun dochters.

3

In een bepaald bos leven koekoeken, roodborstjes en roodstaartjes. Koekoeken met gespikkelde eieren leggen hun ei in het nest van een roodborstje, koekoeken met blauwe eieren leggen hun ei in het nest van een roodstaartje.

- a Behoren koekoeken met blauwe eieren en koekoeken met gespikkelde eieren tot dezelfde populatie? Leg je antwoord uit.

Alle koekoeken behoren tot dezelfde populatie, want ze vormen een groep van dezelfde soort en kunnen zich met hetzelfde mannetje voortplanten.

- b Behoren koekoeken met gespikkelde eieren en roodborstjes tot dezelfde populatie? Leg je antwoord uit.

De koekoeken en roodborstjes vormen samen geen populatie, want een populatie is een groep organismen van dezelfde soort, en koekoeken en roodborstjes behoren niet tot dezelfde soort.

- c In de loop der jaren verdwijnen er steeds meer roodborstjes uit het bos. Er komen nog wel veel roodstaartjes voor.

Leg uit dat de koekoekssoort in het bos daardoor verandert. Gebruik 'natuurlijke selectie' in je antwoord.

De koekoeken met gespikkelde eieren zijn minder goed aangepast aan de nieuwe omstandigheden. Door natuurlijke selectie zullen de koekoeken met gespikkelde eieren minder nakomelingen krijgen. Hierdoor verandert de soort.

4

Geslachtschromosomen bepalen het geslacht van een koekoek. Een vrouwtje heeft de geslachtschromosomen WZ en een mannetje ZZ.

- a Bij mensen wordt het geslacht niet door W- en Z-chromosomen bepaald, maar door X- en Y-chromosomen.

Wat is nog een verschil tussen de geslachtschromosomen van koekoeken en van mensen?

Bij koekoeken hebben vrouwtjes twee verschillende geslachtschromosomen (WZ) en mannetjes twee dezelfde (ZZ). Bij mensen is het precies andersom: vrouwen XX en mannen XY.

- b Van welke ouder krijgt een koekoeksvrouwtje haar Z-chromosoom?

Een koekoeksvrouwtje krijgt het Z-chromosoom van de vader. Vrouwtjes hebben het chromosomenpaar WZ. De W komt van de moeder en de Z komt van de vader.

- c Een onderzoeker denkt dat de eierkleur wordt bepaald door een gen op het Z-chromosoom. Leg uit dat deze hypothese niet kan kloppen.

Alle dochters leggen eieren met dezelfde kleur als de eieren van hun moeder. Als het gen voor eierkleur op het Z-chromosoom zou liggen, zouden sommige dochters een andere kleur eieren leggen dan hun moeder. Een dochter krijgt alleen het W-chromosoom van haar moeder.

5

Koekoeken in de stad hebben een hogere lokroep dan koekoeken op het platteland.

- a Leg uit dat koekoeken met een hogere lokroep goed zijn aangepast aan het milieu waarin ze leven.

Koekoeksmannetjes met een hogere lokroep worden in de stad door meer vrouwtjes gehoord. Daardoor is de kans dat ze met een vrouwtje kunnen paren groter. Daardoor kunnen ze meer nakomelingen krijgen.

- b Leg uit hoe er een nieuwe soort zou kunnen ontstaan doordat koekoeken in de stad een hogere lokroep hebben.

Het zou kunnen dat koekoeksvrouwtjes op het platteland vooral reageren op een lage lokroep, en vrouwtjes in de stad op een hoge lokroep. De koekoeken zijn daardoor verdeeld in twee groepen. Door natuurlijke selectie kunnen de verschillen tussen de twee groepen koekoeken steeds groter worden. Misschien worden de verschillen zo groot dat de koekoeken zich niet meer met elkaar kunnen voortplanten. Dan zijn twee soorten ontstaan.

Practica

1 MAISKORRELS

OPDRACHT

1

De onderzoeksvraag voor dit onderzoek is: 'Welke eigenschap is dominant bij mais: ruwe of gladde zaden?'.

- a Kijk naar het staafdiagram dat je hebt gemaakt en stel een hypothese op voor deze onderzoeksvraag.

De vorm van de zaden die het vaakst voorkomt, is waarschijnlijk dominant. De hypothese is: de eigenschap voor ruwe/gladde zaden is dominant. (Ruwe of gladde: afhankelijk van het aantal dat je het meest hebt geteld.)

- b Bedenk een experiment om te onderzoeken of je hypothese klopt.

Kies minstens honderd maiskorrels/zaden van de vorm die het meest voorkomt (deze vorm is volgens je hypothese dominant). Laat deze zaden uitgroeien tot volwassen planten. Laat de volwassen planten elkaar bevruchten. Bekijk de maiskorrels die zijn ontstaan.

- c Met welk resultaat is je hypothese bevestigd?

Als er ook maiskorrels zijn ontstaan met een vorm die afwijkt van de zaden waaruit de ouderplanten zijn ontstaan, is de hypothese bevestigd. (Want dan was een deel van de ouderplanten heterozygoot. Bijvoorbeeld als er gladde maiskorrels ontstaan terwijl je begon met honderd ruwe zaden. Of andersom.)

Examenopgaven

Dwerggroei

1

Wat is het genotype van persoon P?

- A AA
- B Aa
- C aa

B

(In de stamboom is te zien dat een van de kinderen van persoon P een vrouw is met normale groei (aa). Daaruit kun je afleiden dat persoon P één recessief gen moet hebben. Zijn genotype is dus Aa.)

Konijnen

2

Een heterozygoot mannetje met kort haar paart met een langharig vrouwtje.

Hoe groot is de kans op nakomelingen met kort haar? Leg je antwoord uit met behulp van een kruisingsschema.

De kans op nakomelingen met kort haar is 50%.

fenotype ouders: kortharig × langharig

genotype ouders: Aa × aa

kruising:

geslachtscellen: A en a a en a

bevruchting:

	a	a
A	Aa	Aa
a	aa	aa

conclusie: genotype: 50% Aa, 50% aa

fenotype: 50% kortharig

- genotype en fenotype ouders juist ingevuld: 1p
- kruisingsgedeelte juist ingevuld: 1p
- een juiste conclusie geformuleerd: 1p

Sikkelcelanemie**3**

Hoe heet iemand met één allel voor sikkelcelanemie?

een drager

4

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%.)

PAH**5**

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

In afbeelding 2 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 wordt veroorzaakt door een recessief gen (a), dus haar genotype is homozygoot recessief (aa).)

Tuinslakken**6**

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)

7

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)

Katten

8

De eigenschap 'gekrulde oren' wordt door een dominant gen veroorzaakt.

Wat kan het genotype zijn van een kat met gekrulde oren?

- A alleen AA
- B alleen Aa
- C zowel AA als Aa

C

(Een kat met gekrulde oren heeft minstens één dominant gen (A) en kan dus zowel genotype AA als Aa hebben.)