**Docentenhandleiding “Joost de Guppykweker”**

Inleiding:

* Voor je ligt de module waarin de Mendelse genetica in een beroepencontext wordt herhaald en uitgediept. De leerling maakt kennis met Joost; een kweker van guppy’s. De leerling begint met simpele mono-hybride kruisingen en gaat via di-hybride kruisingen naar X-chromosomale overerving. Tevens maakt de leerling kennis met Y-chromosoom gebonden eigenschappen, het autosomale deel van geslachtschromosomen en wordt crossing-over herhaald. De leerlingen hebben de mogelijkheid om alle theorie te herhalen via links naar diverse websites.
* Omdat de kruisingen zeer gecompliceerd worden, wordt de leerling gedwongen om complexe kruisingen op te delen in meerdere mono-hybride kruisingen en kansen op het verkrijgen van een bepaalde nakomeling te bepalen door breuken met elkaar te vermenigvuldigen.
* Voor leerlingen ligt de uitdaging in het verdiepen van hun kennis en het oplossen van genetische puzzles.
* Bij het ontwerpen van een eigen kruising zijn zeer veel verschillende kruisingen mogelijk. Het doel van deze opdrachten is de leerling zeer intensief met de stof te laten bezig zijn, maar dan op een “speelse”, puzzle-achtige manier. Het verkrijgen van het juiste antwoord is van ondergeschikt belang, de denkwijze van de leerling des te meer. Het verdient de aanbeveling dat de docent de tabel in de bijlage dan ook zeer goed bestudeert.
* Het staat de docent vrij om vragen toe te voegen / te schrappen en zo deze module aan te passen aan de behoefte van de leerling(en).
* In zijn bestaande vorm kan de module worden gebruikt in 5 / 6 VWO. Excellente leerlingen in 4VWO zouden als uitdaging kunnen zien hoever ze komen.
* Kanttekening voor HAVO: De module sluit op het gebied van mono-hybride kruisingen, stambomen en X-chromosomale overerving aan op het examenprogramma van de HAVO. Hoewel di-hybride kruisingen eigenlijk geen onderdeel is van het examenprogramma, zouden HAVO leerlingen opdracht 2 en 3 wel moeten kunnen. Als het de leerling afleidt of in de war maakt, kan dit worden overgeslagen, hoewel het ze wel zou helpen met hun rekenvaardigheden. De beide extra uitdagingen en opdracht 5 en 6 worden afgeraden voor de HAVO, maar kunnen worden ingezet voor de excellente leerlingen.

Toevoeging: Joost de Guppykweker “Op Vakantie”

* Deze module kan worden aangeboden aan bovenbouw leerlingen van zowel VWO als HAVO. Opdracht 2 vragen 9 t/m 14 zijn niet geschikt voor de HAVO.

Domeinen die in deze module worden getraind/herhaald/behandeld zijn:

**Domein A: Algemene vaardigheden**

Subdomein A1: Informatievaardigheden gebruiken (H/V)

De kandidaat kan doelgericht informatie zoeken, beoordelen, selecteren en verwerken.

Subdomein A2: Communiceren (H/V)

De kandidaat kan adequaat schriftelijk, mondeling en digitaal in het publieke domein communiceren over onderwerpen uit het desbetreffende vakgebied.

Subdomein A8. Natuurwetenschappelijk instrumentarium (H/V)

De kandidaat kan, mede met behulp van ICT, informatie selecteren, verwerken, beoordelen en presenteren.

HAVO:

De kandidaat kan:

A8.1 informatie verwerven en selecteren uit schriftelijke, mondelinge en audiovisuele bronnen mede met behulp van ICT:

-gegevens halen uit grafieken, tabellen, tekeningen, simulaties, schema’s en diagrammen

-grootheden, eenheden, symbolen, formules en gegevens opzoeken in geschikte tabellen

A8.5 Een aantal voor het vak relevante reken-/wiskundige vaardigheden toepassen om natuurwetenschappelijke problemen op te lossen:

-rekenen met getallen in breuken en machten

-rekenen met verhoudingen (ratio), percentages en gemiddelden

Subdomein A11: Vormfunctiedenken (H/V)

De kandidaat kan in contexten redeneringen hanteren waarbij van biologische objecten op verschillende organisatieniveaus vanuit een gegeven vorm naar een bijbehorende functie wordt gezocht en andersom.

Subdomein A13 Evolutionair denken (H/V)

De Kandidaat kan in contexten redeneringen hanteren waarmee biologische verschijnselen op verschillende organisatieniveaus verklaard worden met behulp van theorie over evolutiemechanismen.

Subdomein A14 Systeemdenken (H/V)

De kandidaat kan in contexten een onderscheid maken tussen verschillende organisatieniveaus, relaties binnen en tussen organisatieniveaus uitwerken en uiteenzetten hoe biologische eenheden op verschillende organisatieniveaus zichzelf in stand houden en ontwikkelen.

Subdomein A15(H) / A16 (V): Contexten

De kandidaat kan de in domein A genoemde vaardigheden en de in domeinen B tot en met F genoemde concepten ten minste gebruiken in wetenschappelijke contexten, in beroepscontexten waarvoor een wetenschappelijke opleiding is vereist en in leefwereldcontexten.

Subdomein A16 (H) / A15 (V) Kennisontwikkeling en toepassing

De kandidaat kan in contexten analyseren op welke wijze natuurwetenschappelijke en technologische kennis wordt ontwikkeld en toegepast.

**Domein E: Reproductie**

Subdomein E4.1 Erfelijke eigenschap (H)

De kandidaat kan in een context:

1.uitleggen dat een fenotype tot stand komt door de combinatie van genotype en de invloed van milieufactoren, en verschillen herkennen met de epigenetische overerving;

2. verschillen tussen autosomen en geslachtschromosomen benoemen en toelichten dat bij de mensde geslachtschromosomen het geslacht bepalen;

3. de frequentie van genotypen en fenotypen van nakomelingen afleiden uit stambomen of kruisingsschema’s bij monohybride en dihybride kruisingen, zowel voor onafhankelijke als gekoppelde overerving, voor autosomale en X-chromosomale genen, multipele allelen en lethale factoren;

4. verklaren dat mitochondriale overerving en epigenetica kunnen leiden tot een ander overervingspatroon dan volgens de wetten van Mendel;

**Subdomein E3: Reproductie van het organisme (V)**

De kandidaat kan met behulp van de concepten voortplanting en erfelijke

eigenschap ten minste in contexten op het gebied van energie, gezondheid en

voedselproductie verklaren op welke wijze eigenschappen worden

overgedragen en benoemen op welke wijze de reproductie van eukaryoten en

prokaryoten verloopt.

***Joost de Guppykweker “Op Vakantie”***

Wanneer deze module wordt toegevoegd, worden tevens de volgende domeinen getraind/herhaald/behandeld:

**Domein F. Evolutie**

Subdomein F1. Selectie (H/V)

De kandidaat kan met behulp van de concepten DNA, mutatie, recombinatie en variatie ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en voedselproductie verklaren op welke wijze variatie in populaties tot stand komt.

F1.2 Mutatie (H)

De kandidaat kan in een context:

1 beschrijven welke typen mutatie er zijn;

2 uitleggen waardoor mutatie veroorzaakt kan worden;

3 uitleggen dat mutatie het fenotype kan beïnvloeden;

4 uitleggen dat mutatie plaatsvindt onafhankelijk van het mogelijke effect ervan op overlevingskans of voortplanting van de cel of het organisme.

Subdomein F2. Soortvorming (H/V)

De kandidaat kan met behulp van de concepten populatie, variatie, selectie en soortvorming ten minste in contexten op het gebied van gezondheid en wereldbeeld verklaren op welke wijze nieuwe soorten kunnen ontstaan.

F2.1 Populatie (H)

De kandidaat kan in een context:

1 omschrijven wat onder een populatie wordt verstaan;

2 uitleggen dat frequenties van genotypen en fenotypen in populaties in tijd en ruimte veranderen.

F2.2 Variatie (H)

De kandidaat kan in een context:

1 beschrijven wat onder genetische variatie in een populatie wordt verstaan;

2 uitleggen dat allelfrequenties/genfrequenties in een populatie kunnen veranderen door random mutatie.

F2.3 Selectie (H)

De kandidaat kan in een context:

1 uitleggen dat adaptaties van populaties door selectie van organismen tot stand komen;

2 overeenkomsten en verschillen tussen natuurlijke en kunstmatige selectie beschrijven.

F2.4 Soortvorming (H)

De kandidaat kan in een context:

1 beschrijven dat soorten groepen individuen zijn die reproductief van elkaar geïsoleerd zijn;

2 uitleggen dat soorten ontstaan door reproductieve isolatie;

***Antwoorden***

**Opdracht 1:**

***Vraag 1.***

Genotype P-generatie: \_\_MM\_ X \_\_mm\_

Genotype van de P-geslachtscellen: \_\_M\_\_ en \_\_m\_\_

Genotype F-1 generatie / P-2 generatie: \_\_\_\_Mm\_\_\_\_

Genotype van de P2-geslachtscellen: \_\_M\_ of \_\_m\_ en \_M\_\_of\_\_m\_

Genotypen F-2-generatie:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | M | m |
| M | MM | Mm |
| m | Mm | mm |

Kans: Genotype: Fenotype:

¼ of 25%: MM Dominant

½ of 2/4 of 50%: Mm Dominant

¼ of 25%: mm Recessief

**Opdracht 2:**

***Vraag 1.***

Genotype P-generatie: MmAa X MMaa

Genotype van de P-geslachtscellen: MA Ma

Ma

mA

ma

Genotype F-1 generatie / P-2 generatie:

Genotypen F-1-generatie:

|  |  |
| --- | --- |
|  | Ma |
| MA | MMAa |
| Ma | MMaa |
| mA | MmAa |
| ma | Mmaa |

Kans: Genotype: Fenotype:

¼ of 25%: MMAa dubbel dominant 🡪 wild type

¼ of 25%: MMaa enkel homozygoot dominant

enkel homozygoot recessief 🡪 albino

¼ of 25%: MmAa dubbel heterozygoot 🡪 wild type

¼ of 25%: Mmaa enkel heterozygoot

enkel homozygoot recessief 🡪 albino

***Vraag 2.***

Kruising splitsen in: Mm x MM en Aa x aa

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | M | m |
| M | MM | Mm |
| M | MM | Mm |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | A | a |
| a | Aa | aa |
| a | Aa | aa |

½ of 50% 🡪MM ½ of 50% 🡪Aa

½ of 50% 🡪Mm ½ of 50% 🡪aa

|  |  |
| --- | --- |
| MMAa | ½ x ½ = ¼ |
| MMaa | ½ x ½ = ¼ |
| MmAa | ½ x ½ = ¼ |
| Mmaa | ½ x ½ = ¼ |

***Vraag 3.*** Nee, alle jongen bezitten op zijn minst één dominant allel “M”. Er komen dus geen blonde guppy’s uit.

***Vraag 4.*** Zie kruisingsschema / berekening: ¼ + ¼ = ½ of 50% zal albino zijn.

***Vraag 5.* (valt uit te breiden door zelf genotypen te bedenken en te vragen)**

Kruising 3:

P1: mmAA x MMaa

F1/P2: MmAa x MmAa 🡪 Mm x Mm en Aa x Aa

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | M | m |
| M | MM | Mm |
| m | Mm | mm |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | A | a |
| A | AA | Aa |
| a | Aa | aa |

¼ of 25% 🡪MM ¼ of 25% 🡪AA

½ of 50% 🡪Mm ½ of 50% 🡪Aa

¼ of 25% 🡪mm ¼ of 25% 🡪aa

Gevraagd: Kans op “MmAa” = p(MmAa)= ½ x ½ = ¼

***Vraag 6.*** Nee, albino’s maken geen melanine aan. Het maakt voor het fenotype dus niet uit of de vis veel of weinig melanoforen bevat, want deze organellen zullen geen melanine bevatten. “Blonde albino’s” en “albino’s” zullen dus beiden hetzelfde albinistische fenotype vertonen.

**Opdracht 3:**

***Vraag 1.*** Guanine is één van de ([nucleo)basen](http://nl.wikipedia.org/wiki/Nucleobase" \o "Nucleobase) in [DNA](http://nl.wikipedia.org/wiki/Desoxyribonucle%C3%AFnezuur) en [RNA](http://nl.wikipedia.org/wiki/Ribonucle%C3%AFnezuur).

***Vraag 2.*** MmggEeHh x MmggEeHh

Mm x Mm en gg x gg en Ee x Ee en Hh x Hh

***Vraag 3.***

Gevraagd p(MMggeeHH) = ( ¼ x 1 x ¼ x ¼ ) = 1/64

Gevraagd p(MmggEehh) = ( ½ x 1 x ½ x ¼ ) = 1/16

***Vraag 4.*** MmGgeeHh x MmggEehh

Mm x Mm en Gg x gg en ee x Ee en Hh x hh

Gevraagd p(MmggEehh) = ( ½ x ½ x ½ x ½ ) = 1/16

***Vraag 5.*** Mogelijke genotypen “Zilver guppy”: M\_G\_E\_hh of M\_G\_eeH\_

Gevraagd: p(M\_G\_E\_hh) of (M\_G\_eeH\_) = (¾ x ½ x ½ x ½) + (¾ x ½ x ½ x ½) = 3/32 + 3/32 = 6/32

***Vraag 6.*** Gevraagd p(M\_ gg E\_ hh) = ( ¾ x ½ x ½ x ½ ) = 3/32

**Extra uitdaging 1:**

a) Gegeven genotypen P1:

* volledig homozygoot rode guppy: AA MMggEEhh
* de albino guppy: aa mmggeehh

Twee rode exemplaren uit de F1 moet hij met elkaar laten paren (“terugkruisen”). Deze guppy’s hebben het volgende genotype:

Aa MmggEehh

Als je de uitgevoerde kruising splitst:

Aa x Aa en Mm x Mm en gg x gg Ee x Ee en hh x hh

De rode albino’s in de F2 hebben het volgende genotype:

aa M\_ggE\_hh

De kans dat dit gebeurt is: ¼ x ¾ x 1 x ¾ x 1 = 9/64

b) Mannetjes kunnen meerdere vrouwtjes bezwangeren. Hierdoor is het mogelijk om sneller (en meer) bepaalde nakomelingen met de gewenste eigenschappen te verkrijgen.

c) Een lijnkweek rode albino’s kan enkel worden verkregen uit kruisingen van willekeurige rode albino met een rode albino waarvan het genotype zeker “aaMMggEEhh” is. Het mannetje moet dus dit genotype hebben.

d) Je kunt aan de buitenkant niet zien of een vis heterozygoot of homozygoot dominant is voor een bepaalde eigenschap. D.m.v. een testkruising kan Joost achter het genotype van guppy komen.

Testkruising: Kruis rode albino mannetje met een of meerdere **blond gele** vrouwtjes. Als bij één van de kruisingen na enkele worpen niet één geel jong wordt geboren, is de man uit die kruising hoogstwaarschijnlijk homozygoot dominant “EE”, want als de man heterozygoot geweest zou zijn, dan verwacht je 50% “ee” jongen! Komen er uit deze kruising geen blonde jongen, dan is de kans dat de man homozygoot dominant “MM” is om dezelfde reden hoogstwaarschijnlijk. Bij “Mm” zou men namelijk 50% blonde jongen verwachten.

**Opdracht 4:**

***Vraag 1.*** Snake-skin is **dominant** 🡪 uit II-5 en II-6 komt een wildkleur jong. Beide ouders zijn dus heterozygoot en vertonen het dominante fenotype, in dit geval Snake-skin.

***Vraag 2.*** Om te controleren of een eigenschap op het X-chromosoom ligt, moet er aan twee voorwaarden worden voldaan:

* “alle dominante vaders krijgen dominante dochters”: te zien bij I-1 en I-3 wordt aan deze regel voldaan.
* “alle recessieve moeders krijgen recessieve zonen”: te zien bij I-2 wordt ook aan deze regel voldaan.

***Vraag 3.***

Genotype II-1: X***S*** Xs

Genotype I-3: X***S*** Y

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | X***S*** | Y |
| X***S*** | X***S*** X***S*** | X***S***Y |
| Xs | X***S*** Xs | Xs Y |

Dus ¾ van de jongen wordt een snake-skin guppy!

***Vraag 4.***

?1 = X***S*** Y 🡪 snake-skin mannetje

?2 = Xs Xs of Xs Y 🡪 wild-type mannetje of vrouwtje

**Opdracht 5:**

***Vraag 1.*** Uit de kruising I-5 en I-6 lijkt dat snake-skin recessief is.

***Vraag 2.*** Nee, dat valt niet te bepalen, aangezien er geen recessieve moeders in deze stamboom staan afgebeeld. Er valt dus niet bepalen of aan de regels voldaan wordt.

***Vraag 3.*** Alle zebrinus-guppy’s zijn mannetjes

***Vraag 4.*** Guppy III-2 is homozygoot voor zebrinus. Uit de kruising tussen haar en III-1 komt een wild-type mannetje, dus III-2 is heterozygoot voor snake-skin. Gegeven is dat ze homozygoot is voor één van beide eigenschappen, dus ze moet wel homozygoot zijn voor zebrinus.

***Vraag 5.***

II-5: X***S***X***S*** bb

III-4: X***S***X**S** bb

IV-1: XsY bb (bedenk dat III-2 homozygoot is voor zebrinus🡪 zie vraag 21)

***Vraag 6.*** IV-1 is homozygoot voor zebrinus, maar hij vertoont het fenotype niet. Als je goed kijkt, zie je dat alle zebrinus guppy’s ook snake-skin guppy’s zijn. Blijkbaar komt zebrinus enkel tot uiting in combinatie met snake-skin.

***Vraag 7.***

I-1: XsXs ??

I-2: X***S***Y bb

I-3: X***S***X***S***bb (gegeven)

I-4: X***S***Y bb

I-5: X***S***Y Bb

I-6: X***S***X? ?b

II-1: XsY ?b

II-2: X***S***Xs

II-3: X***S***Xs

II-4: X***S***Y bb (zeker door gegeven genotype I-3)

II-5: X***S***X***S*** bb (zeker door gegeven genotype I-3)

II-6: X***S***Y bb

III-1: X***S***Y bb

III-2: X***S***Xs bb

III-3: X***S***Y bb

III-4: X***S***X***S*** bb

III-5: X***S***X***S*** bb

IV-1: XsY bb

IV-2: X***S***Y bb

***Vraag 8.*** Blijkbaar is er een “mannelijke” factor nodig om dit fenotype te verkrijgen. Hoogstwaarschijnlijk is dit het hormoon testosteron. Een vrouwtje zou dus met testosteron behandeld kunnen worden om het fenotype te verkrijgen. Echter: “vermannelijken” van een vrouwtje zou tot onvruchtbaarheid / verhoogde agressie / mannelijk gedrag kunnen leiden.

**Extra uitdaging 2:**

Gele albino Zebrinus man komt uit de volgende genotypen: “aa M\_ gg ee H\_ X***S***Y bb”

De door de leerling gevonden kruisingen moeten aan onderstaande kruising voldoen:

\_a M\_ gg \_e H\_ X?Y \_b x \_a M\_ gg \_e H\_ X***S***X? \_b

**Opdracht 6:**

***Vraag 1.***

Leopard: XLd /YLd 🡪 leopard is gekoppeld aan “niet elongatus”

Elongatus: XlD /YlD 🡪 elongatus is gekoppeld aan “niet leopard”

***Vraag 2.*** Joost heeft gelijk! Een wildtype guppy vertoont geen elongatus en ook geen Mozaïek en heeft dus het genotype: XldXld of XldYld

***Vraag 3.*** Zeker de twee wildtype vissen, deze combinatie zou Joost namelijk niet verwachten uit de genoemde kruising.

***Vraag 4.*** 2 / 101 \* 100% = 1,98% crossing-over

**Vraag 5.** Tijdens de metafase van meiose 1. (zie Binas 76B)

**Eindopdracht:**

Meerdere opties zijn mogelijk, dit zijn enkele suggesties.

* Rode, albino, snake-skin man: aa M\_ gg E\_ hh X***S***ldYld

Wordt verkregen uit: \_a M\_ggE\_hhX?Yld x \_a M\_ggE\_hhX***S***ldX?

* Gele, albino, snakeskin, mozaiëk vrouw: aa M\_ gg ee H\_ X***SL***d X***SL***d

Wordt verkregen uit: \_a M\_ gg ee H\_ X***S***ldY? x \_a M\_ gg ee H\_ X***S***ldX?

* Oranje, albino, elongatus man: aa M\_ gg E\_ H\_ X***S***LDY??

Wordt verkregen uit: \_a M\_ gg E\_ H\_ X?Yl? x \_a M\_ gg E\_ H\_ X***S***lD X***S***?

* Blauwe, albino, zebrinus man: aa M\_ G\_ ee hh X***S***LdY?d bb

Wordt verkregen uit: \_a M\_ G\_ ee hh X***S***LdX??? \_b x \_a M\_ G\_ ee hh X?Y?d \_b

* Zilveren, leopard zebrinus man (optie 1): aa M\_G\_ E\_ hh XSLdY?d bb

Wordt verkregen uit: \_a M\_G\_ E\_ hh X?Y?d \_b x \_a M\_G\_ E\_ hh XSLd X? \_b

* Zilveren, leopard zebrinus man (optie 2): aa M\_G\_ ee H\_ XSLdY?d bb

Wordt verkregen uit: \_a M\_G\_ ee H\_ X?Y?d \_b x \_a M\_G\_ ee H\_ XSLd X? \_b