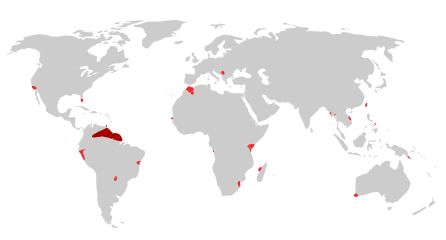
**Joost de Guppykweker**

**“Op vakantie”**

****

**Aanvullingen Evolutie**

**Opdracht 1:**



Afbeelding 1: leefgebied van guppy’s met donkerrood aangegeven. Later zijn door de mens guppypopulaties uitgezet in Noord-Afrika, Azië en Australië.

Joost is niet zomaar fan van guppy’s, hij is een échte liefhebber! Hij is zelfs met Jolanda op vakantie geweest naar de Amazone om Guppy’s in het wild te gaan bekijken. Guppy’s komen van de noordelijke Amazone via het hele noordoosten van Zuid-Amerika tot aan de Kleine Antillen in het wild voor (zie afbeelding 1). Erg kieskeurig zijn ze niet: Guppy’s leven in de randgebieden van vrijwel alle wateren, ook in het brakke water van riviermondingen. Ze houden niet van diep water en leven in plaats daarvan liever in beekjes en in de buurt van rivieroevers. Guppy’s zijn overdag actief en zijn meestal op aan de oppervlakte en de midden diepte van het water te vinden. Joost heeft een week lang in verschillende beekjes en meertjes guppy’s gevangen, geteld en gefotografeerd en weer vrijgelaten.

***Vraag 2.*** In het wild komen zowel grijze als blonde guppy’s voor. In wat voor een omgeving (habitat) verwacht je dat Joost vooral grijze guppy’s is tegengekomen?

Guppys zijn zogenaamde eierlevendbarende vissen. Dit betekent dat guppy’s in tegenstelling tot andere vissen niet de eieren in het water leggen, maar in de buik “uitbroeden” en er dus levende jongen worden geboren.

***Vraag 3***. In hoeverre zou deze manier van voortplanten kunnen bijdragen aan hun hoge voortplantingssnelheid? Noem op zijn minst één voordeel en een nadeel van deze manier van broedzorg.

**Opdracht 2:**

Het viel Joost op dat in de wilde populaties albino guppy’s vrij zeldzaam zijn. Albino guppy’s hebben vermoedelijk net als andere albino dieren veel problemen met hun zicht en hebben onder andere daardoor een selectief nadeel.

***Vraag 7***. Wat betekent “selectief nadeel”?

***Vraag 8***. Je zou wellicht verwachten dat een eigenschap die een selectief nadeel levert, helemaal uit een populatie zal verdwijnen. Hoe kan het dan toch dat er zo nu en dan een albino guppy in een wilde populatie opduikt?

Een populatie guppen kun je op verschillende manier bekijken. Je kunt ze beschouwen als een groep individuen die in een bepaald gebied een voortplantingsgemeenschap vormen. Je kunt ze ook zien als een verzameling allelen die in een bepaalde frequentie en combinatie voorkomen. De frequentie van het dominante allel wordt aangegeven met “p” en de frequentie voor het recessieve allel met “q”. De hele “allelenpopulatie” is een verzameling van “p” en “q” die homozygote of heterozygote combinaties vormen in een individu.

Met de wet van Hardy-Weinberg kun je berekenen hoe vaak een allel in een populatie voorkomt:

p + q = 1

en

p2 + 2pq + q2 = 1

Met de tijd kun je berekenen of deze frequenties al dan niet veranderen en of er dus evolutie optreedt of niet. Wil je de theorie achter de wet van Hardy-Weinberg herhalen? Bekijk dan deze link naar bioplek.org:

<https://www.bioplek.org/animaties/populaties/populatiegenetica1.html>

Of bekijk de volgende video van biologiepagina waarin de wet wordt uitgelegd:

<https://biologiepagina.nl/Vwo4/N8Evolutie/hardyweinberg.htm>

Tijdens de vakantie heeft Joost als steekproef in een meertje 100 guppy’s gevangen. Van de 100 waren 4 albino. Je mag aannemen dat de wet van Hardy-Weinberg van toepassing is.

***Vraag 9.*** Hoeveel procent van de guppy’s in dit meertje zal naar verwachting albino zijn?

***Vraag 10.*** Welk percentage van de allelen voor melanineproductie in deze populatie is het albino-allel (“a”)?

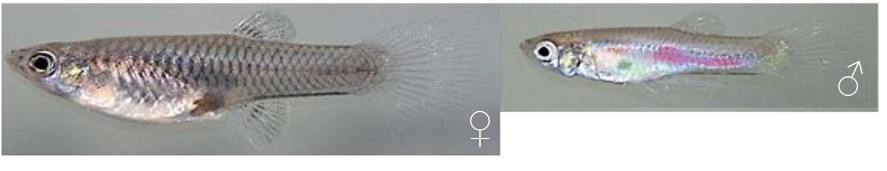
***Vraag 11.*** Bereken de allelfrequentie van het albino-allel (A) in deze populatie.

***Vraag 12.*** Hoeveel van de 100 gevangen guppy’s zal naar verwachting homozygoot dominant zijn geweest?

***Vraag 13.*** Hoeveel van de 100 gevangen guppy’s zal naar verwachting heterozygoot zijn geweest?

***Vraag 14.*** Stel Joost vangt willekeurig een guppy uit dit meertje. Het is een wildkleur guppy (dus géén albino). Bereken de kans dat deze gup homozygoot is.

**Opdracht 3:**



Afbeelding 2: Wilde guppy’s uit een vijver zonder grote predatoren.

Eenmaal thuisgekomen valt het bij het terugkijken van de foto’s Jolanda op dat in sommige meertjes de guppy’s veel feller gekleurd waren dan in andere meertjes. Joost vraagt zich af hoe dat kon. In zijn notitieboekje had hij informatie opgeschreven over de omgeving waar hij de verschillende guppypopulaties had gevonden. Opvallend was dat in de meertjes en beekjes waar ook grotere predatoren als kaaimannen en slangen leven, de guppy’s veel fellere en opvallende kleuren hadden dan in meertjes waar deze grote predatoren niet aanwezig waren. Daar vond hij over het algemeen de meer “gewone” grijze guppy’s (zie afbeelding 2 en 3). De grote predatoren eten zelf geen guppy’s, maar wel andere dieren als visetende vogels.



Afbeelding 3: Wilde guppy’s uit een vijver met grote predatoren.

***Vraag 7.*** Verklaar hoe de aanwezigheid van grote predatoren invloed kan hebben gehad op het verschil ik kleur tussen guppypopulaties.

Joost vond in zijn notities nog iets opvallends terug. In de beekjes waar geen predatoren leefden had hij veel meer moeite gehad om guppy’s te vangen. Jolanda vond dat logisch, want “daar werd op de guppy’s gejaagd en dus zijn er minder guppy’s om te vangen!”. Joost vermoedt echter dat er nog een andere factor ook een rol kon spelen. Zijn hypothese is dat de guppy’s in de beekjes met predatoren minder snel vluchtgedrag zouden vertonen als hij met zijn schepnet langs de waterkant aan het vissen was.

***Vraag 8.*** Omschrijf een onderzoeksopstelling waarmee Joost deze hypothese getoetst zou kunnen hebben.

Joost vermoedt dat de guppy’s uit meertjes zonder kaaimannen eerder geslachtsrijp zouden kunnen zijn.

***Vraag 9.*** Geef een argument voor deze hypothese.

**Opdracht 4**

Het verschil tussen mannetjes en vrouwtjes guppen is duidelijk te zien. Vrouwtjes zijn groter dan de mannetjes. Mannetjes zijn op hun beurt weer feller gekleurd dan vrouwtjes. Deze verschillen hangen samen met de rol die de beide geslachten spelen in de voortplanting.

***Vraag 5.*** Waardoor kan het verschil in grootte tussen de geslachten worden verklaard? Tip: wat is de rol van vrouwtjes in de voortplanting? Wat is de rol van mannetjes?

Vrouwtjes zijn zeer kieskeurig als het aankomt op het kiezen van een partner. Hun eieren zijn zeer kostbaar, omdat ze maar een beperkt aantal eicellen per worp aan kan maken. Vrouwtjes investeren daarom meer energie in de voortplanting dan mannetjes, de constant nieuwe verse zaakcellen (kunnen) aanmaken. Er wordt daarom ook wel gezegd “eicellen zijn duur, sperma is goedkoop!” De (terechte) kieskeurigheid van guppyvrouwtjes heeft als gevolg dat guppymannetjes ook in gedrag van vrouwtjes verschillen.

***Vraag 6***. Beschrijf hoe guppymannetjes in gedrag kunnen verschillen van de vrouwtjes?

***Vraag 7.*** Hoe heet het type gedrag dat mannetjes vertonen om in de smaak te vallen bij de vrouwtjes?

Naast lichaamsgrootte zijn er nog meer duidelijke verschillen tussen guppymannetjes en guppyvrouwtjes. Mannetjes zijn feller gekleurd, hebben een uitbundiger patroon op hun vinnen en kunnen ook erg verschillen in vorm van hun (staart)vinnen. Deze eigenschappen zijn ontstaan door een speciaal type natuurlijke selectie: seksuele selectie.

Wil je meer lezen over seksuele selectie? Bekijk dan deze link van biologiepagina:

<https://biologiepagina.nl/Flashfiles/Ispring/seksueleselectie.htm>

of bekijk deze video:

<https://www.youtube.com/watch?v=IQiZt3m4Id0>

In het aquarium is Joost natuurlijk degene die de mooiste mannetjes laat paren met de mooiste vrouwtjes om mooie jongen te verkrijgen. In het wild gebeurt eigenlijk hetzelfde! De mannetjes die door vrouwtjes als “mooi” worden beschouwd (bijvoorbeeld door grote felgekleurde vinnen), krijgen vaker de kans om te paren en zullen meer nakomelingen krijgen.

***Vraag 8.*** Wat kun je zeggen over de zonen die “mooie” guppymannen krijgen?

***Vraag 9.*** Wat kun je zeggen over de dochters die “mooie” guppymannen krijgen?

“In het wild worden mooie guppymannetjes eigenlijk door de vrouwtjes gekweekt!” grapt Jolanda tegen Joost.

**Vraag 10.** Leg uit wat Jolanda hiermee bedoelt. Vind je dat ze gelijk heeft? Bedenk een argument voor en tegen de stelling van Jolanda.

In de droge wintermaanden drogen soms beekjes en meertjes op in meerdere kleine poeltjes. De guppy’s die zich in die poeltjes bevinden, kunnen dan niet meer bij elkaar komen, omdat ze van elkaar gescheiden zijn door land.

***Vraag 11.*** Is in dat geval sprake van twee populaties? Waarom wel / niet?

Als door klimaatverandering de droogte blijvend aan zal houden, zou het zo kunnen zijn dat in verschillende poeltjes verschillende ondersoorten of zelfs verschillende soorten guppy’s zouden kunnen ontstaan.

***Vraag 12.*** Beschrijf hoe de soortvorming uit een uitgangspopulatie guppy’s zou kunnen plaatsvinden als een droogte blijvend zal aanhouden.

**Antwoorden**

**Opdracht 1:**

***Vraag 2.***

In bijvoorbeeld beekjes waar veel schaduw is / begroeiing langs de kant staat / het water wat troebel is.

NB. “Grijze stenen op de bodem” is niet goed, omdat de tekst aangeeft dat guppy’s doorgaans niet op de bodem zwemmen, maar in het midden en bovenin de water kolom blijven.

***Vraag 3.***

Voorbeelden van juiste antwoorden

Wel: de eieren lopen minder gevaar te worden opgegeten door predatoren / de moeder kan de incubatietemperatuur actief regelen door naar andere plekken in het water te zwemmen

Niet: het kost de moeder meer energie / de moeder kan maar in één legsel tegelijk investeren / als de moeder overlijdt tijdens de incubatie, gaan ook alle eieren verloren

**Opdracht 2:**

***Vraag 7.***

Als een eigenschap de overlevings- en/of voortplantingskansen van een individu verlaagt, heeft dit individu een zogenaamd “selectief nadeel”.

***Vraag 8.***

Het “albino-allel” blijft in de populatie aanwezig, omdat heterozygote individuen (“Aa”) geen “last” hebben van het albino-allel. Zij kunnen zich net als andere wildtype guppy’s voortplanten. Het kan dus zijn dat uit een paring tussen twee heterozygote guppy’s een albino wordt geboren.

***Vraag 9.***

4%

***Vraag 10.***

q2 = 0,04 🡪 q = 0,2 🡪 20%

***Vraag 11.***

p + q = 1 🡪 p = 1 – q = 1 – 0,2 = 0,8

***Vraag 12.***

Gevraagd wordt p2 = 0,82 = 0,64

Van de 100 gevangen guppy’s zullen dus naar verwachting 100 \* 0,64 = 64 homozygoot dominant zijn geweest.

***Vraag 13.***

Gevraagd wordt 2pq = 2 \* 0,8 \* 0,2 = 0,32

Van de 100 gevangen guppy’s zullen dus naar verwachting 100 \* 0,32 = 32 heterozygoot zijn geweest.

Of:

Van de 100 gevangen guppen waren 64 homozygoot dominant en 4 albino. De rest is dus naar verwachting heterozygoot: 100 – 68 = 32.

***Vraag 14.***

De gevangen gup is van het wildtype en is dus of homozygoot dominant (p2) of heterozygoot (2pq). De kans dat deze guppy homozygoot is:

p2 / (p2 + 2pq) = 0,64 / (0,64 + 0,32) = 67%

**Opdracht 3:**

***Vraag 7***.

Als vogels op guppy’s jagen, hebben vissen met opvallende en felle kleuren een selectief nadeel. Zij zullen immers eerder worden gezien en opgegeten door predatoren. Hierdoor hebben de meest onopvallende vissen een (voortplantings)voordeel en zullen hun nakomelingen dus ook minder opvallende kleuren hebben. In meertjes waar kaaimannen en slangen voorkomen, wordt er minder op de guppy’s gejaagd door visetende vogels. Hierdoor heeft het voor een guppy geen nadeel om opvallend te zijn.

***Vraag 8.***

Eigen invulling. “Vluchtgedrag” moet gekwantificeerd worden: bijv. hoe snel een guppy weg zwemt van een aangeboden (visuele) prikkel, hoe groot de afstand is tussen de wilde guppy en een vreemd object/ “bedreiging” voordat de guppy wegzwemt, etc. Bij twee (of meer) verschillende populaties moet in een min of meer gecontroleerde setting de “vluchtproef” zijn uitgevoerd: bijv. een aquarium meenemen en daar verschillende gevangen wilde guppy’s in testen. De resultaten moet tussen de populaties vergeleken worden, waarbij de aanwezigheid van de grote predatoren in de beek of het meertje de variabele is.

***Vraag 9.***

Als guppy’s prooidieren zijn van visetende vogels, is het voor het voorgestaan van de soort gunstig als je veel nakomelingen krijgt. Hoe eerder een guppy geslachtsrijp is, hoe eerder (meer) nakomelingen ze kunnen krijgen.

**Opdracht 4:**

***Vraag 5.***

Vrouwtjes maken eicellen en mannetjes spermacellen. Eicellen zijn veel groter dan spermacellen en er is dus ook meer ruimte nodig voor de eierstokken. Spermacellen zijn klein en testes nemen dus ook minder ruimte in beslag. Vrouwtjes zijn hierdoor groter dan mannetjes.

***Vraag 6.***

Voorbeelden van juiste antwoorden:

Mannetjes kunnen onderling agressiever zijn.

Mannetjes zullen meer “uiterlijk vertoon” vertonen.

***Vraag 7.***

Baltsgedrag (“versieren”).

***Vraag 8.***

De zonen zullen de erfelijke eigenschappen die hun vader “aantrekkelijk” maken erven en zelf dus waarschijnlijk ook “aantrekkelijk” worden gevonden.

***Vraag 9.***

De dochters zullen de voorkeur voor bepaalde mannelijke eigenschappen van hun moeder erven. Hierdoor zullen ze graag willen paren met mannetjes met een bepaalde eigenschappen.

***Vraag 10.***

Doordat de vrouwtjes alleen willen paren met mannetje die zij zelf aantrekkelijk vinden, worden de eigenschappen die als “aantrekkelijk” worden beschouwd doorgegeven aan de mannetjes in de volgende generatie. Het zijn de vrouwtjes die de selectie uitvoeren!

Voorbeeld van een argument voor de stelling:

-een kweker selecteert ook op uiterlijke kenmerken en feitelijk doen de vrouwtjes dat ook.

Voorbeelden van een argument tegen de stelling:

-een kweker selecteert doelbewust op uiterlijke kenmerken

-in gevangenschap wordt veel minder op fitness geselecteerd.

-toeval speelt in het wild een grotere rol dan in gevangenschap.

***Vraag 11.***

Als het alleen tijdens de winter droog is en na de winter de poeltjes weer met elkaar verbonden worden, is er geen sprake van twee populaties, omdat het voortplanten weer gebeurt in de “gemeenschappelijke poel”.

***Vraag 12.***

Voorbeeld van een goed antwoord: Wanneer door een geografische scheiding de twee groepen niet meer met elkaar kunnen voortplanten, is er sprake van een voortplantingsbarrière. Door verschillen in (a)biotische omstandigheden / selectiedruk / seksuele selectie kunnen de populaties (genetisch / fenotypisch / gedragsmatig) van elkaar gaan verschillen. Als de verschillen heel groot worden (zo groot dat voortplanting tussen individuen van beide populaties niet meer mogelijk is), kan er gesproken worden van twee verschillende soorten.