

V6 Oefenopgaven oktober 2009

Fitness

Met fitness wordt in de biologie bedoeld het vermogen van 'genotypen' om hun allelen naar de volgende generatie over te dragen. De fitness wordt uitgedrukt in een getal kleiner of gelijk aan één.

Eén van de factoren die van invloed zijn op de fitness bij dieren is het aantal nakomelingen per legsel (eierleggende dieren) of worp (levendbarende dieren).

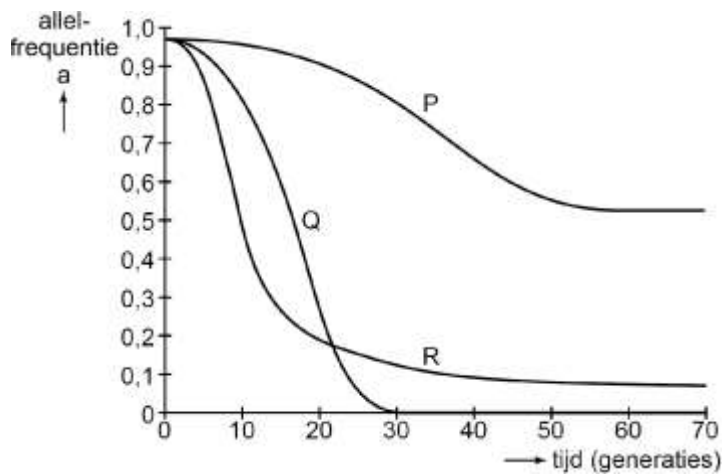
1. Noem nog twee andere factoren die de fitness bij dieren kunnen beïnvloeden.

In een populatie komen de genotypen AA, Aa en aa in een bepaalde verhouding voor, maar neemt door selectie de frequentie van het allel a af.

Er zijn drie mogelijke selectiemodellen:

- 1 Genotype AA heeft de hoogste fitness en er vindt alleen selectie plaats tegen aa;
- 2 Genotype AA heeft de hoogste fitness en er vindt selectie plaats zowel tegen Aa als tegen aa;
- 3 Genotype Aa heeft de hoogste fitness en er vindt selectie plaats zowel tegen AA als tegen aa.

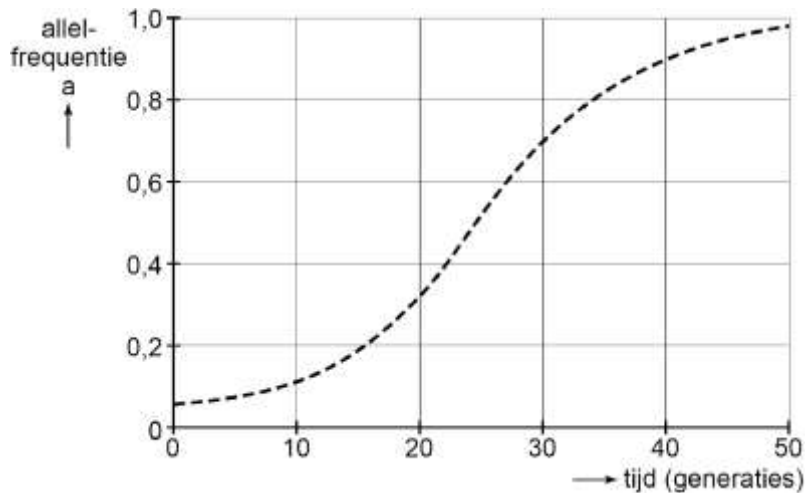
In onderstaand diagram geven de drie grafieken de afname van de frequentie van het allel a weer in drie populaties: P, Q en R.



2. Welke grafiek hoort bij welk selectiemodel?

	grafiek P	grafiek Q	grafiek R
A	model 1	model 2	model 3
B	model 1	model 3	model 2
C	model 2	model 1	model 3
D	model 2	model 3	model 1
E	model 3	model 1	model 2
F	model 3	model 2	model 1

Als de omstandigheden zodanig veranderen dat de fitness van genotype aa (W_{aa}) groter wordt dan die van de genotypes Aa (W_{Aa}) en AA (W_{AA}), kan de frequentie van allel a, als zij niet al te laag was, sterk stijgen in een populatie. In onderstaande afbeelding is de frequentie van allel a gedurende vijftig generaties weergegeven bij de fitnesswaarden $W_{AA} = 0,8$, $W_{Aa} = 0,8$ en $W_{aa} = 1,0$.








In de uitwerkbijlage is dit diagram nogmaals weergegeven.

3. Teken hierin een grafiek die het verloop van de frequentie van allel A weergeeft.
 - Voeg een legenda toe.

Dinosauriërs

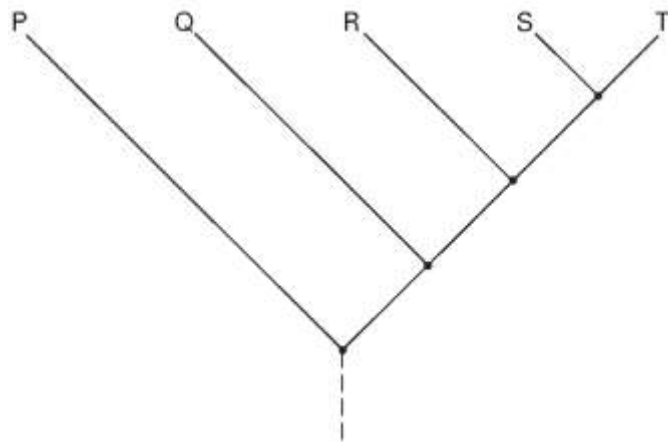
Door het bestuderen van fossiele resten van dinosauriërs is veel bekend geworden over de bouw van de skeletten van deze dieren. Tabel 1 geeft een overzicht van een aantal kenmerkende eigenschappen van het skelet van vijf verschillende genera (geslachten). Met een + of – is aangegeven of de eigenschap wel of niet aanwezig is.

tabel 1

	Allosaurus 	Pachycephalo- saurus 	Parasaurolophus 	Stegosaurus 	Triceratops 
gat in kom heupgewricht	+	+	+	+	+
uitsteeksel heupbeen	-	+	+	+	+
afwijkend tandglazuur	-	+	+	-	+
rand aan schedelbasis	-	+	-	-	+

Op grond van de gegevens in tabel 1 kan een 'stamboom' worden opgesteld zoals

is weergegeven in afbeelding 1. Bij elke vertakking in dit schema bevindt zich een voorouder die een nieuw ontwikkelde, kenmerkende skeleteigenschap heeft. Deze eigenschap komt vervolgens ook bij al zijn afstammelingen voor.



afbeelding 1

In het schema van afbeelding 1 zijn de namen van de vijf genera uit tabel 1 niet ingevuld, maar aangeduid met de letters P, Q, R, S en T.

4. Zet de letters P tot en met T onder elkaar op je antwoordblad. Schrijf achter elke letter de naam van het desbetreffende genus. Er zijn twee genera waarvan de namen verwisseld mogen worden.

Mitochondriaal-DNA

Mitochondriën beschikken over een ringvormig DNA dat ongeveer 0,1% van het totale cel-DNA uitmaakt. Bovendien beschikken mitochondriën over mogelijkheden voor eigen eiwitsynthese.

Men gaat ervan uit dat na de bevruchting van een eicel door een spermacel de zygote uitsluitend mitochondriën bevat die afkomstig zijn van de eicel. Er vindt geen uitwisseling tussen mitochondriaal-DNA en kern-DNA plaats. Net als in kern-DNA vinden in het gehele mitochondriaal-DNA mutaties plaats.

Men neemt aan dat de mutatiesnelheid in de loop van het bestaan van de mens op aarde niet is veranderd.

Deze gegevens worden gebruikt bij het onderzoek naar de verwantschap tussen verschillende bevolkingsgroepen. In een onderzoek werden enkele bevolkingsgroepen in Afrika en enkele bevolkingsgroepen in Oost-Azië onderzocht. Het bleek dat de verschillen in mitochondriaal-DNA tussen autochtone bevolkingsgroepen onderling in Afrika groter zijn dan die tussen autochtone bevolkingsgroepen onderling in Oost-Azië. Naar aanleiding van deze gegevens worden de volgende beweringen gedaan:

- 1 hieruit blijkt dat de eerste mensen in Afrika leefden;
 - 2 hieruit blijkt dat Afrikaanse bevolkingsgroepen langere tijd genetisch onderling van elkaar geïsoleerd zijn geweest dan Oost-Aziatische bevolkingsgroepen onderling;
 - 3 hieruit blijkt dat Afrikaanse bevolkingsgroepen kortere tijd genetisch onderling van elkaar geïsoleerd waren dan Oost-Aziatische bevolkingsgroepen onderling;
 - 4 hieruit blijkt dat Afrikaanse bevolkingsgroepen een kortere periode op aarde bestaan dan Oost-Aziatische.
5. Welke van deze beweringen is op grond van deze gegevens juist?

- A bewering 1
- B bewering 2
- C bewering 3
- D bewering 4

6. Bestaat de mogelijkheid om verwantschap tussen bevolkingsgroepen langs de mannelijke lijn te onderzoeken?

Zo ja, welke van onderstaande methoden kan men dan het beste gebruiken?

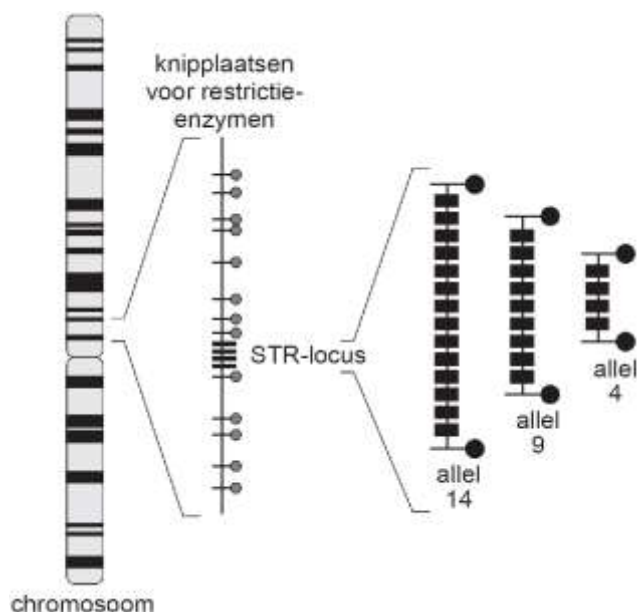
- A nee
- B ja, door onderzoek van het totale DNA in de cellen van mannen
- C ja, door onderzoek van DNA van het X-chromosoom van mannen
- D ja, door onderzoek van DNA van het Y-chromosoom van mannen

DNA-fingerprint

Bij het sporenonderzoek na een misdrijf kan een DNA-fingerprint soms leiden tot identificatie van de dader. Ook bij onderzoek naar familierelaties kunnen fingerprints duidelijkheid verschaffen. Voor het maken van een DNA-fingerprint wordt repetitief niet-coderend DNA gebruikt.

Een groot deel van het DNA in de kern speelt geen directe rol bij de translatie. Dit niet-coderend DNA kan zich bevinden binnen het coderend DNA van een gen, maar bevindt zich vooral tussen de genen in. Een groot deel van dit niet-coderend DNA is repetitief: het bestaat uit een herhaling van bepaalde basenvolgorde. Het aantal herhalingen kan variëren, evenals de lengte van de basenvolgorde die herhaald wordt. Als de basenvolgorde die herhaald wordt een gering aantal basen lang is en het aantal herhalingen (*repeats*) van deze basenvolgorde beperkt is, spreekt men van een STR-gebied. Vanwege de grote variatie die erin bestaat wordt dit repetitief niet-coderend DNA gebruikt voor het maken van een DNA-fingerprint.

Een STR-gebied heeft een bepaalde plaats (locus) in het chromosoom. Het aantal repeats op die locus kan verschillen, waardoor er verschillende allelen bestaan. In onderstaande afbeelding is schematisch een STR-locus van een chromosoom aangegeven. Ernaast zijn drie allelen getekend die op die locus kunnen voorkomen: allel 14, allel 9 en allel 4. Ze zijn genoemd naar het aantal repeats.



In onderstaande afbeelding is een deel van de nucleotidenvolgorde van chromosoom 7 van een persoon afgebeeld. Van de nucleotiden zijn alleen de stikstofbasen door letters weergegeven.

In dit deel bevindt zich een STR-locus. Bij de mens zijn dertien verschillende allelen van deze locus bekend, variërend van 6 tot 15 repeats.

```

nr 1 | aatlttttgta ttttttttag agacgggggtt tcaccatggt ggtcaggctg actatggagt
61 | tattttaagg ttaatatata taaaggggat gatagaacac ttgtcatagt ttagaacgaa
121 | ctaacgatag atagatagat agatagatag atagatagat agatagatag atagacagat
181 | tgatagtttt tttttatete actaaatagt ctatagtaaa catttaatta ccaatatttg
241 | gtgcaattct gcaatgagg ataaatgtgg aatcgttata attcttaaga atatatatc
301 | cctctgagtt ttgataacct cagatttta ggcc

```

7. Wat is de basenvolgorde van de repeat in dit allel?

- A ttt
- B tata
- C gata
- D tagat
- E atagatagat

Ieder mens heeft twee allelen voor een bepaalde STR-locus, één van zijn vader en één van zijn moeder. Doordat er zoveel verschillende allelen zijn van een STR-locus, is de kans klein dat twee mensen hiervoor hetzelfde genotype hebben (en dus dezelfde fingerprint).

In onderstaande tabel zijn van een ouderpaar de allelen van drie onafhankelijk overervende STR-loci gegeven. Zij hebben twee kinderen.

locus	D3S1358	VWA	FGA
genotype vader	15,18	16,18	19,24
genotype moeder	13,19	14,17	21,22

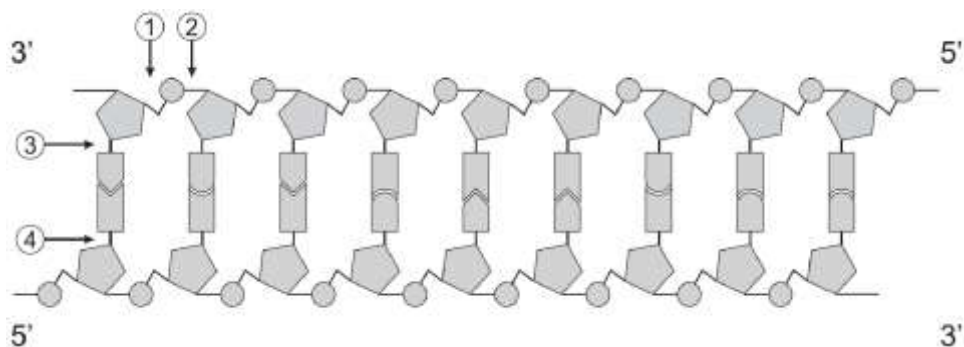
8. Hoe groot is de kans dat men bij de twee kinderen van dit ouderpaar hetzelfde genotype voor deze drie STR-loci zal aantreffen?

- A 1/8
- B 1/36
- C 1/64
- D 1/216

Voor het maken van DNA-fingerprints wordt uitsluitend repetitief niet-coderend DNA gebruikt, omdat daarin een veel grotere variatie is ontstaan dan in het coderende DNA. Aan de hand van een beperkt aantal loci kan hiermee het unieke genoom van een persoon worden weergegeven.

9. Leg uit waardoor het niet-coderende DNA van mensen een grotere variabiliteit in genotypen is gaan vertonen dan het coderende DNA.

Met behulp van restrictie-enzymen kunnen STR-loci uit het DNA worden geknipt. In onderstaande afbeelding is een deel van een DNA-molecuul schematisch weergegeven.

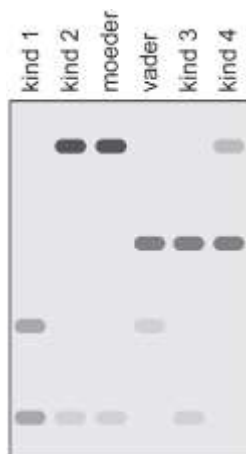


In de afbeelding zijn met pijlen vier plaatsen aangegeven waar de verbinding in een nucleotidenketen kan worden verbroken.

10. Welke pijl geeft een plaats aan waar door een restrictie-enzym de verbinding wordt verbroken?
- A pijl 1
 - B pijl 2
 - C pijl 3
 - D pijl 4

Met behulp van gel-elektroforese kan een DNA-fingerprint worden gemaakt. Het maken van DNA-fingerprints wordt onder andere toegepast bij de analyse van familierelaties.

In onderstaande afbeelding is het resultaat weergegeven van de DNA-analyse van één STR-locus van een gezin met vier kinderen. Van deze locus zijn veel allelen bekend, maar bij deze zes personen komen slechts vier verschillende allelen voor. Elke band correspondeert met één allel. Een van de kinderen is uit een eerder huwelijk van de moeder.



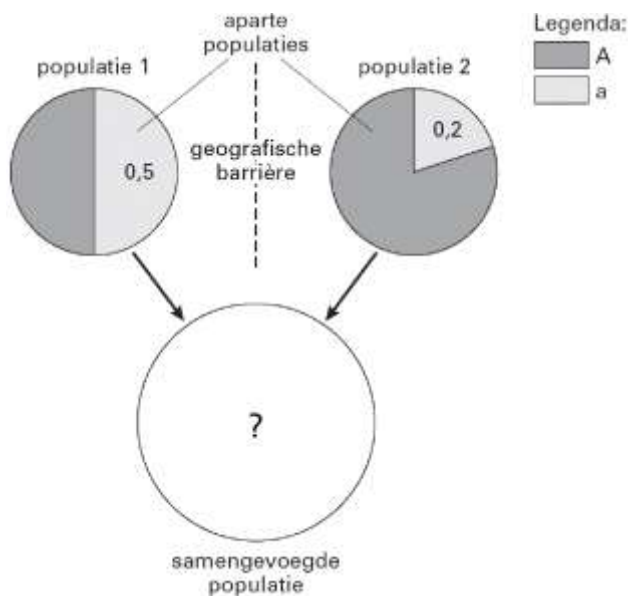
11. Van welk kind is de man **niet** de biologische vader?
- A kind 1
 - B kind 2
 - C kind 3
 - D kind 4

Een tunnel

Door de aanleg van een tunnel wordt de geografische scheiding tussen twee populaties mensen in een bergachtig gebied in één keer opgeheven. Vanaf dat moment gaan de bergbewoners uit beide populaties zoveel sociale en economische relaties aan dat al snel sprake is van één populatie.

Beide oorspronkelijke populaties waren even groot. In beide populaties komt een dominant allel (A) en een recessief allel (a) voor. In populatie 1 is de frequentie 0,5 van zowel allel A als van allel a, terwijl in populatie 2 de frequentie van allel A 0,8 is en de frequentie van allel a 0,2 (zie afbeelding 7).

afbeelding 7



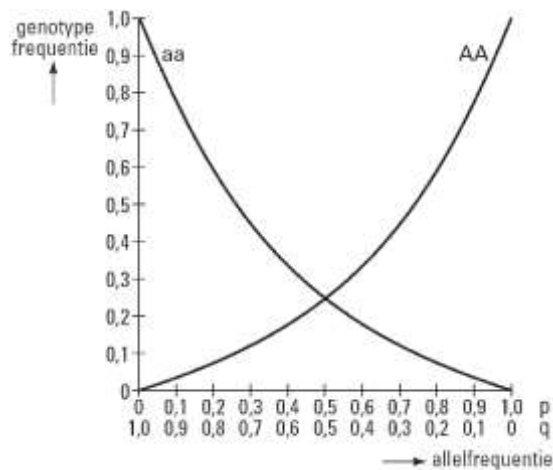
bewerkt naar: D.P. Snustad en M.J. Simmons, *Principles of Genetics*, New York, 2nd edition, 781

12. Bereken op twee decimalen nauwkeurig de frequenties van allel A en allel a in de populatie bergbewoners die ontstaan is direct na het samengaan van de populaties 1 en 2.
 - Voorspel de frequentie, op drie decimalen nauwkeurig, van het genotype Aa in de nieuwe populatie met behulp van de regel van Hardy-Weinberg. Geef je antwoord in de vorm van een berekening.

Populatiegenetica

In het diagram van afbeelding 12 is het verband weergegeven tussen de frequenties waarmee de genotypen AA en aa in verschillende populaties van één soort voorkomen en de frequentie p van allel A en de frequentie q van allel a in deze populaties. Op de populaties is de regel van Hardy-Weinberg van toepassing.

afbeelding 12



bewerkt naar: C. Susanne, *Menselijke genetica*, Malle, 1987, 449

Het diagram van afbeelding 12 is ook opgenomen in de bijlage.

13. Bereken de frequentie van het heterozygote genotype Aa bij de volgende frequenties q van allel a:
- q = 0,0;
 - q = 0,8;
 - q = 1,0.
- Zet de gevonden waarden van Aa uit in het diagram in de bijlage.
 - Teken in het diagram de grafiek die de frequentie weergeeft van het heterozygote genotype Aa in deze populaties.

In één van de populaties van deze soort treden puntmutaties op. Hierdoor bestaat de kans dat bij de DNA-replicatie, die vooraf gaat aan de meiose, allel A muteert naar allel a waardoor de allelfrequenties veranderen.

Deze verandering in allelfrequentie per generatie wordt als volgt in een formule uitgedrukt: $\Delta p = -\mu \cdot p(t-1)$

waarin

p = frequentie van allel A

p(t-1) = frequentie van allel A in de voorgaande generatie van dezelfde populatie

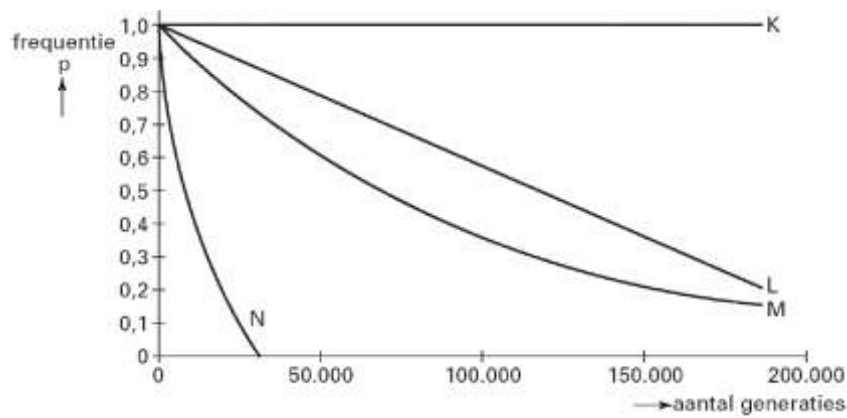
μ = mutatiefrequentie

Het diagram van afbeelding 13 geeft de verandering weer van de frequentie p van allel A in de verschillende generaties van deze soort in de loop van de tijd. Voor deze populatie is

$$\mu = 1 \cdot 10^{-5}.$$

In het diagram van afbeelding 13 zijn vier grafieken (K, L, M en N) getekend die de verandering van frequentie p zouden kunnen weergeven.

afbeelding 13



14. Welke van deze grafieken geeft het beste de verandering van frequentie p in de verschillende generaties in de loop van de tijd weer?

- A grafiek K
- B grafiek L
- C grafiek M
- D grafiek N

In een andere populatie van deze soort is op een zeker moment de frequentie $p = 0,4$ en de mutatiefrequentie $\mu = 0,1$.

15. Hoe groot is in dat geval de frequentie p na twee generaties?

- A 0,32
- B 0,36
- C 0,38
- D 0,44
- E 0,48

Uitwerkbijlage

opgave a

