

Samenvatting

Basisstof 1

3.1.1

Je kunt beschrijven wat het fenotype en wat het genotype van een organisme is.

- Fenotype: de waarneembare eigenschappen van een individu. Hierbij horen eigenschappen zoals haarkleur, oogkleur en lichaamsgeur, maar ook eigenschappen zoals bloedgroep en kleurenblindheid.
 - Het fenotype wordt bepaald door het genotype en milieufactoren.
- Genotype: informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een individu.

3.1.2

Je kunt uitleggen wat autosomen, geslachtschromosomen en homologe chromosomen zijn.

- De mens heeft in een lichaamscel 23 paar chromosomen ($2n$):
 - 22 paar autosomen
 - 1 paar geslachtschromosomen (XX = vrouw en XY = man)
- X-chromosoom: een van de geslachtschromosomen: komt bij vrouwen in paren voor, komt bij mannen enkelvoudig voor.
- Y-chromosoom: het andere geslachtschromosoom, komt alleen enkelvoudig voor bij mannen.
- Homologe chromosomen: chromosomen die gelijk zijn in lengte en vorm en informatie bevatten voor dezelfde erfelijke eigenschappen.
- Genetische informatie / genetische code: de informatie voor erfelijke eigenschappen die opgeslagen ligt in het DNA.
- Karyogram (of chromosomenportret) (zie **BiNaS** tabel 70B): rangschikking van chromosomen uit een cel naar grootte en in paren.
- Nucleotiden: bouwstenen van het DNA.

- Een nucleotide kan één van de volgende vier stikstofbasen bevatten: adenine (A), cytosine (C), thymine (T) of guanine (G).
- Een DNA-molecuul bestaat uit twee ketens van aan elkaar gekoppelde nucleotiden. De stikstofbasen van de twee ketens zijn met elkaar verbonden. Ze vormen vaste paren (basenparing): A-T en C-G.
- DNA-sequentie: de volgorde van de nucleotiden in het DNA.
- Chromosoom: één molecuul van de stof DNA met eiwitmoleculen.
- Gen: een deel van een chromosoom dat de informatie bevat voor een of meer erfelijke eigenschappen of een deel van een erfelijke eigenschap.
 - Allel: variant van een gen; ieder allel heeft een eigen volgorde van nucleotiden.
- Genoom: alle DNA-moleculen in een cel.

3.1.3

Je kunt uitleggen dat een fenotype tot stand komt door de combinatie van genotype en de invloed van milieufactoren.

- Het fenotype wordt bepaald door het genotype en door milieufactoren, bijvoorbeeld licht, lucht, vochtigheid, temperatuur, voeding, ziekten en opvoeding.
 - Modificatie: verandering in fenotype, veroorzaakt door milieufactoren. Een modificatie is niet erfelijk. De informatie in de chromosomen verandert niet.
- Genexpressie: het aanzetten van genen. Hierdoor komen erfelijke eigenschappen tot uiting.
- Geninactivatie: het uitzetten van genen. Hierdoor komen erfelijke eigenschappen niet tot uiting.
- Erfelijke ziekte: een ziekte die wordt doorgegeven via de chromosomen. van de ouders.
- Aangeboren afwijking: een afwijking die ontstaat door milieufactoren in de baarmoeder.

Basisstof 2

3.2.1

Je kunt uitleggen hoe het fenotype van een organisme tot stand komt en hierbij de begrippen homozygoot, heterozygoot, dominant en recessief gebruiken.

- Elk gen heeft een bepaalde plaats in een bepaald chromosoom.
- In lichaamscellen komen chromosomen en genen in paren voor (chromosomenpaar en genenpaar).
- In geslachtscellen komen chromosomen en genen enkelvoudig voor.

pp221

- Homozygoot: het genenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee gelijke allelen.
- Heterozygoot: het genenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee ongelijke allelen.
- Dominant allel: een allel dat altijd tot uiting komt in het fenotype.
 - Individuen bij wie een dominant allel tot uiting komt in het fenotype, zijn homozygoot of heterozygoot voor deze eigenschap.
- Recessief allel: een allel dat alleen tot uiting komt in het fenotype als er geen dominant allel aanwezig is.
 - Individuen bij wie een recessief allel tot uiting komt in het fenotype, zijn homozygoot voor deze eigenschap.
- Onvolledig dominant: twee onvolledig dominante allelen komen bij een heterozygoot individu beide tot uiting in het fenotype.
- Intermediair fenotype: het fenotype dat ontstaat bij onvolledige dominantie.
- Codominantie: beide allelen komen volledig tot uiting in het fenotype.

3.2.2

Je kunt beschrijven hoe door recombinatie nieuwe combinaties van allelen ontstaan.

- Recombinatie: het herverdelen van erfelijke eigenschappen waardoor nieuwe combinaties van chromosomen en allelen ontstaan.
 - Recombinatie vindt plaats door meiose en geslachtelijke voortplanting.
 - Tijdens meiose I gaan chromosomen van een chromosomenpaar uiteen, waardoor er geslachtscellen met verschillende genotypen ontstaan. In de geslachtscellen kunnen 2^n verschillende genotypen voorkomen (bij de mens 2^{23}).
 - Door recombinatie ontstaat een grote genetische variatie door verscheidenheid in genotypen. Hierdoor heeft een soort een grotere overlevingskans, vooral bij veranderende milieuomstandigheden.
- Genetische variatie ontstaat ook door mutaties.
 - Mutatie: verandering in een erfelijke eigenschap.

Basisstof 3

3.3.1

Je kunt een kruisingsschema opstellen van een monohybride kruising.

- Monohybride kruising: kruising waarbij je let op de overerving van één eigenschap.
 - Bij een monohybride kruising is één allelenpaar betrokken.
- Het opstellen van een kruisingsschema:
 - Geef de genotypen van de ouders in een kruising weer.
 - Geef een dominant allel weer met een hoofdletter en een recessief allel met dezelfde kleine letter.
 - Stel vast welke allelen de geslachtscellen van beide ouders kunnen bevatten.
 - Ga na welke mogelijkheden er bestaan voor de versmelting van een eicelkern en een zaadcelkern.
 - De F_2 ontstaat door onderlinge kruising van de nakomelingen uit de F_1 .
- Kruisingsschema van een monohybride kruising:

Beschrijving afbeelding

P: (m) AA x (v) aa

geslachtscellen: A - a

F_1 : Aa

(m) Aa x (v) Aa

geslachtscellen: A of a - A of a

F_2

(m)

(v)

A

a

A

AA

Aa

a

Aa

aa

- Verhouding in de F₂:

genotypen: AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1

fenotypen: fenotype waarbij het dominante allel tot uiting komt : fenotype waarbij het
recessieve allel tot uiting komt = 3 : 1

3.3.2

Je kunt de frequentie van bepaalde genotypen en fenotypen van nakomelingen afleiden uit een kruisingsschema of stamboom van een monohybride kruising.

- Kruisingsvraagstuk: een vraagstuk over hoe bepaalde erfelijke eigenschappen worden doorgegeven. Wordt meestal opgelost met een kruisingsschema.

- P: Aa x aa

- Verhouding in de F₁:

- genotypen: Aa : aa = 1 : 1

- fenotypen: fenotype waarbij het dominante allel tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve allel tot uiting komt = 1 : 1

- P: Aa x Aa

- Verhouding in de F₁:

- genotypen: AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1

- fenotypen: fenotype waarbij het dominante allel tot uiting komt : fenotype waarbij het recessieve allel tot uiting komt = 3 : 1

- Testkruising: uit de F₁ leid je af of een individu homozygoot of heterozygoot is voor een bepaalde eigenschap. Hiervoor kruis je een individu met een homozygoot recessief individu: AA x aa of Aa x aa. Alleen bij een heterozygote ouder komt het recessieve allel tot uiting in de F₁.

- Stambomen: schematisch overzicht dat laat zien hoe een bepaalde erfelijke eigenschap in een familie overerft.

- Als twee ouders met gelijk fenotype een nakomeling krijgen met een afwijkend fenotype, zijn beide ouders heterozygoot voor deze eigenschap (Aa).

- De nakomeling is dan homozygoot recessief voor deze eigenschap (aa).

Basisstof 4

3.4.1

Je kunt beschrijven hoe geslachtschromosomen het geslacht van een mens bepalen.

- Bij een man:
 - in een lichaamscel: twee ongelijke geslachtschromosomen (XY)
 - in een zaadcel: een X-chromosoom of een Y-chromosoom
- Bij een vrouw:
 - in een lichaamscel: twee gelijke geslachtschromosomen (XX)
 - in een eikel: een X-chromosoom
- Karyogram: kan ook worden weergegeven in een formule. Bij de mens is dat [46, XX] voor een vrouw en [46, XY] voor een man.
- Het geslacht van een individu komt vast te liggen op het moment van bevruchting.
 - Een meisje ontstaat als een eikel (met een X-chromosoom) wordt bevrucht door een zaadcel met een X-chromosoom.
 - Een jongen ontstaat als een eikel (met een X-chromosoom) wordt bevrucht door een zaadcel met een Y-chromosoom.

3.4.2

Je kunt een kruisingsschema maken voor X-chromosomale overerving en de frequentie van bepaalde genotypen en fenotypen van nakomelingen hieruit afleiden.

- Bij X-chromosomale overerving liggen de genen voor een eigenschap in de geslachtschromosomen. Bij een X-chromosomale kruising:
 - elk X-chromosoom bevat een allel voor een gen
 - het Y-chromosoom bevat geen allel voor dit gen
- X-chromosomale allelen worden weergegeven als X^A of X^a .
 - Een vrouw kan als genotype X^AX^A , X^AX^a of X^aX^a hebben.
 - Een man kan als genotype X^AY of X^aY hebben.

3.4.3

Je kunt de frequentie van bepaalde genotypen en fenotypen van nakomelingen afleiden uit een stamboom over X-chromosomale overerving.

- Bij X-chromosomale kruisingen geeft de moeder één van haar twee X-chromosomen door aan een zoon.

- X-chromosomaal gebonden aandoeningen komen vaker tot uiting bij mannen dan bij vrouwen.
- Zonen erven de afwijking altijd van hun moeder.
- Draagster: een vrouw die heterozygoot is voor een recessieve X-chromosomale eigenschap, waardoor deze eigenschap niet tot uiting komt in haar fenotype.

Basisstof 5

3.5.1

Je kunt kruisingsschema's maken voor onafhankelijke overerving van multiple allelen, letale factoren en gekoppelde genen.

- Multiple allelen: voor één erfelijke eigenschap bestaan drie of meer verschillende allelen. Bijvoorbeeld voor de bloedgroepen van de mens bestaan drie allelen: I^A , I^B en i .
 - $I^A I^A$ of $I^A i$: bloedgroep A
 - $I^B I^B$ of $I^B i$: bloedgroep B
 - $I^A I^B$: bloedgroep AB
 - ii : bloedgroep 0
- Letale factor: een allel dat geen levensvatbaar individu oplevert als een genenpaar bestaat uit twee van zulke allelen.
 - Als beide ouders dezelfde letale factor bezitten, wordt een deel van de verwachte nakomelingen niet geboren.
- Onafhankelijke overerving: twee genenparen liggen in verschillende chromosomenparen.
- Gekoppelde overerving: twee genenparen liggen in hetzelfde chromosomenpaar.
- In kruisingsopgaven worden gekoppelde genen als volgt aangegeven:
 - het genotype van een homozygoot dominant individu wordt weergegeven als: GN/GN
 - het genotype van een homozygoot recessief individu als: gn/gn
 - het genotype van een heterozygoot individu als: GN/gn

3.5.2

Je kunt uit de kruisingsschema's voor onafhankelijke overerving van multiple allelen, letale factoren en gekoppelde genen, of uit stambomen hiervan, de frequentie van bepaalde genotypen en fenotypen van nakomelingen afleiden.

- Bij multiple allelen zijn meer dan drie verschillende fenotypen mogelijk. Welke fenotypen in welke verhouding voorkomen bij de nakomelingen is afhankelijk van het fenotype en genotype van de ouders.
- Bij letale factoren is de verhouding van de fenotypen bij de nakomelingen van twee heterozygote ouders niet 3 : 1 (fenotype behorend bij dominant allel : fenotype behorend bij recessief allel), maar 2 : 1.
- Bij gekoppelde genen zijn de verhoudingen van de genotypen en fenotypen bij de nakomelingen vergelijkbaar met die van een monohybride kruising.
 - Niet alle combinaties van eigenschappen komen voor in het fenotype van de nakomelingen.

Basisstof 6

3.6.1

Je kunt uitleggen wat het belang van tweelingenonderzoek is voor de genetica.

- Door tweelingenonderzoek kun je meer zicht krijgen op de invloed die het genotype heeft en welke invloed milieufactoren hebben op het fenotype.
 - De individuen van een eeneiige tweeling hebben hetzelfde genotype.
 - Een twee-eiige tweeling lijkt net zo veel op elkaar als andere broers of zussen en kan van verschillend geslacht zijn.
 - Bij een eeneiige tweeling (die gescheiden opgroeit) kun je onderzoeken welke invloed milieufactoren op het fenotype hebben.

3.6.2

Je kunt verklaren waarom overerving soms anders verloopt dan je verwacht.

- Genexpressie is het mechanisme dat verantwoordelijk is voor het aan- en uitzetten van allelen en kan worden beïnvloed door milieufactoren.

Samenhang

3.S.1 Je kunt aangeven hoe erfelijkheid een rol speelt op verschillende organisatieniveaus.

3.S.2 Je kunt uitleggen hoe erfelijkheid een rol speelt bij evolutionair denken.

Onderzoek - practica

3.O.1 Je kunt monohybride kruisingen uitbeelden met pijpenragers en kralen.

3.O.2 Je kunt X-chromosomale kruisingen uitbeelden met pijpenragers en kralen.

3.O.3 Je kunt gekoppelde overerving uitbeelden met pijpenragers en kralen.