

vwo – erfelijkheid 2010

Bijengenetica

Een bijenvolk bestaat uit: de koningin (een vruchtbaar vrouwtje), een groot aantal werksters (steriele vrouwtjes) en darren (mannetjes). Alle vrouwtjes zijn diploïd en alle mannetjes haploïd.

De larven in een bijenvolk gaan soms dood door de ziekte 'vuilbroed'. In de meeste bijenkorven maken de werksters de honingraatcellen open die geïnfecteerde larven bevatten en verwijderen de zieke larven. Zij zijn *hygiënisch*. Sommige bijenvolken vertonen dit gedrag niet (zij zijn *onhygiënisch*), waardoor de ziekte zich kan uitbreiden. Dit kan de dood van het gehele volk tot gevolg hebben.

In een onderzoek naar dit gedrag werd een koningin uit een hygiënisch volk gekruist met darren uit een onhygiënisch volk (P). Alle werksters onder de nakomelingen (F_1) waren onhygiënisch. Op grond daarvan werd aangenomen dat onhygiënisch gedrag wordt veroorzaakt door een dominant gen.

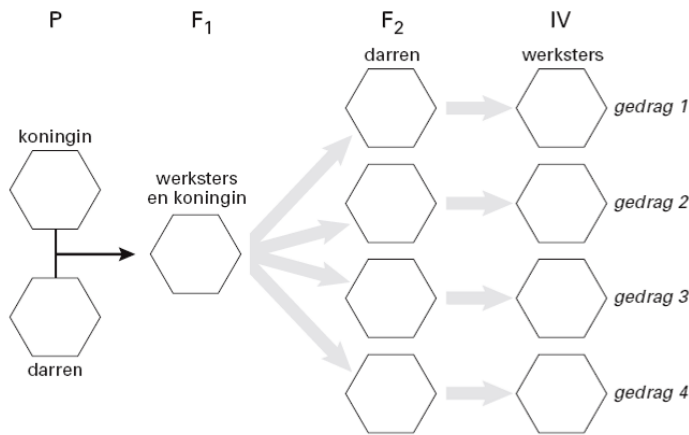
In een vervolgonderzoek werden darren uit de F_2 (nakomelingen van een koningin uit de F_1) gekruist met hygiënische koninginnen.

Daaruit ontstonden 29 bijenvolken (generatie IV) met vier soorten gedrag:

- 1 In zes volken maakten werksters de cellen niet open, maar ze verwijderden de zieke larven wél als een onderzoeker de geïnfecteerde cellen open maakte.
- 2 In negen van deze volken maakten de werksters geïnfecteerde cellen wel open, maar ze verwijderden de larven niet.
- 3 De werksters in acht volken maakten geen geïnfecteerde cellen open en verwijderden ook geen zieke larven als een onderzoeker de geïnfecteerde cellen open maakte.
- 4 De overige volken waren hygiënisch.

Op grond van deze resultaten werd aangenomen dat het onderzochte gedrag door twee verschillende genenparen wordt veroorzaakt, waarbij de allelen voor onhygiënisch gedrag dominant zijn.

Deze verklaring werd ondersteund door een vereenvoudigd schema van de hierboven beschreven kruisingen.



Legenda:

.....

.....

- 3p 1 Maak bovenstaand schema volledig door in de zeshoeken de verschillende genotypen in te vullen van
- de ouders (P) en de werksters en een koningin in de F₁-generatie;
 - de darren in de F₂-generatie en de werksters in de vier beschreven bijenvolken van generatie IV.
 - Geef in de legenda de betekenis van de gekozen letters.

Tweelingenonderzoek

Gegevens over de groei en ontwikkeling van tweelingen kunnen worden gebruikt om een uitspraak te doen over de invloed van genotype en milieu op het fenotype van het individu.

Zo verrichtte Newman onderzoek bij eeneiige tweelingen die op jonge leeftijd van elkaar waren gescheiden en in verschillende milieus waren grootgebracht. Zij werden vergeleken met kinderen die samen opgroeiden in één gezin (eeneiige tweelingen, twee-eiige tweelingen, broers en zussen). Newman betrok in zijn onderzoek de lengte, het gewicht en het IQ (intelligentie quotiënt) van de onderzochte personen. In de tabel zijn de resultaten van zijn onderzoek weergegeven.

groep	I	II	III	IV
paren	eeneiige tweelingen	eeneiige tweelingen	twee-eiige tweelingen van gelijk geslacht	broers of zussen van gelijk geslacht
aantal	19 paren	50 paren	52 paren	52 paren
opgegroeid	gescheiden	samen	samen	samen
gemiddeld verschil in lengte (cm)	1,5	1,7	4,4	4,5
gemiddeld verschil in gewicht (kg)	5,0	2,1	5,0	5,2
gemiddeld verschil in IQ	8,2	5,9	9,9	9,8

Met behulp van deze gegevens kan een uitspraak worden gedaan over het verschil in invloed van het genotype op de lengte, het gewicht en het IQ van een persoon.

- 2p **2**
- Op welke eigenschap is de invloed van het genotype het grootst?
 - Leg je antwoord uit.
- 2p **3**
- Welke van de volgende combinaties van groepen uit het onderzoek van Newman zijn ten minste nodig om een conclusie te kunnen trekken over de invloed van het genotype op het fenotype van mensen?
- A** alleen I en II
 - B** alleen I en III
 - C** alleen I en III en IV
 - D** de groepen I, II, III en IV

Ziekte van Leber

Niet alleen in de kern maar ook in mitochondriën komt DNA voor. Dit zogenaamde mitochondriale DNA kan erfelijke ziekten veroorzaken wanneer er een mutantgen aanwezig is. Een voorbeeld hiervan is een oogziekte (de ziekte van Leber), waarbij er rond het twintigste levensjaar plotseling aanzienlijk verlies van gezichtsvermogen optreedt.

Bij mannen met in de mitochondriën het mutantgen voor de ziekte van Leber is de kans op deze oogziekte 32%, bij vrouwen 10%.

Van een echtpaar heeft alleen de vrouw het mutantgen voor de ziekte van Leber. Hun dochter P trouwt een man die de erfelijke variant van de ziekte niet heeft. Uit dit huwelijk worden een zoon (Q) en een dochter (R) geboren.

- 2p **4**
- Leg op grond van bovenstaande gegevens uit
- hoe groot de kans is dat bij de jongen Q de ziekte van Leber zich openbaart;
 - en hoe groot de kans is dat het meisje R de ziekte krijgt.

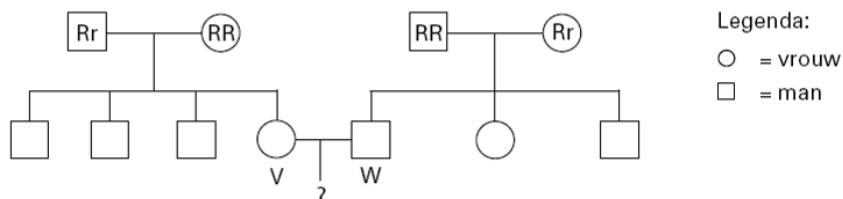
Genetica

De allelen van het AB0-systeem zijn IA, IB en i. Individuen met het genotype IA IB hebben bloedgroep AB. Individuen met het genotype ii hebben bloedgroep 0. Twee grootmoeders behoren elk tot bloedgroep 0 en de beide grootvaders behoren elk tot bloedgroep AB.

- 2p **5**
- Hoe groot is de kans dat hun kleinkind bloedgroep B zal hebben?
- A** 1/16
 - B** 5/32
 - C** 3/16
 - D** 1/4
 - E** 5/16

Prenataal onderzoek

De ziekte van Pompe wordt veroorzaakt door een autosomaal (= niet X-chromosomaal) gen. Bij individuen met het recessieve genotype rr worden door een stoornis in de werking van de lysosomen de spieren aangetast. In de familie van een vrouw V én in de familie van een man W komt het recessieve gen (r) voor de ziekte van Pompe voor. In de afbeelding zijn de genotypen in de eerste generatie van beide families weergegeven.

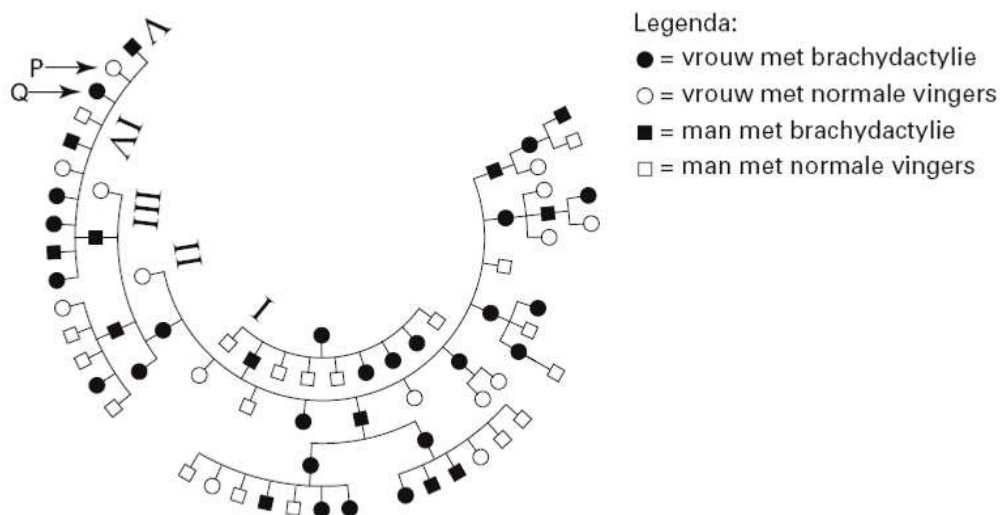


V en W krijgen samen een kind.

2p 6 Bereken de kans dat dit kind de ziekte van Pompe heeft.

Een stamboom

Onderstaande afbeelding geeft een deel van een stamboom weer, waarin de overerving van het dominante gen voor kortvingerigheid (brachydactylie) in opeenvolgende generaties is weergegeven. In de stamboom zijn geen partners weergegeven.



bron: *Eerste Medische Systematisch ingerichte encyclopedie in twee delen*, N.V. Amsterdamsche Boek- en courantmaatschappij Buma, Heijermans en Vuylsteek, 1954, 43

Persoon P en persoon Q uit de stamboom trouwen ieder met iemand zonder brachydactylie. Stel dat beide paren zowel een zoon als een dochter krijgen. Over de

kans dat deze kinderen brachydactylie hebben, worden de volgende beweringen gedaan:

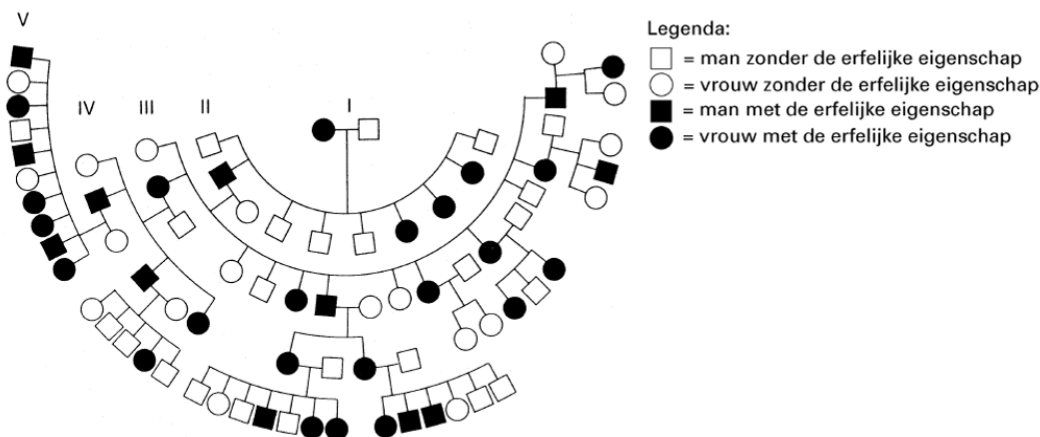
- 1 De kans dat de zoon van Q brachydactylie heeft, is groter dan de kans dat de zoon van P brachydactylie heeft; voor de dochters van P en Q is de kans gelijk.
- 2 De kans dat de dochter van Q brachydactylie heeft, is groter dan de kans dat de dochter van P brachydactylie heeft; voor de zonen van P en Q is de kans gelijk.
- 3 Voor de zoon en de dochter van Q is de kans dat ze brachydactylie hebben, groter dan voor de zoon en de dochter van P.
- 4 Over de kans dat kinderen van P en Q brachydactylie hebben, kan op grond van deze gegevens geen uitspraak worden gedaan.

2p 7 Welke van deze beweringen is juist?

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

Erfelijkheid

Onderstaande afbeelding geeft een stamboom weer van een familie waarin een bepaalde erfelijke eigenschap voorkomt. Familieleden met deze eigenschap zijn in de stamboom met zwart aangegeven.



bewerkt naar: De eerste, medisch systematisch ingerichte encyclopedie, Amsterdam, 1954, 45

2p 8 Wordt de eigenschap bepaald door een X-chromosomaal gen, door een niet-X-chromosomaal gen of is dat op grond van de gegevens in de stamboom niet met zekerheid te bepalen?

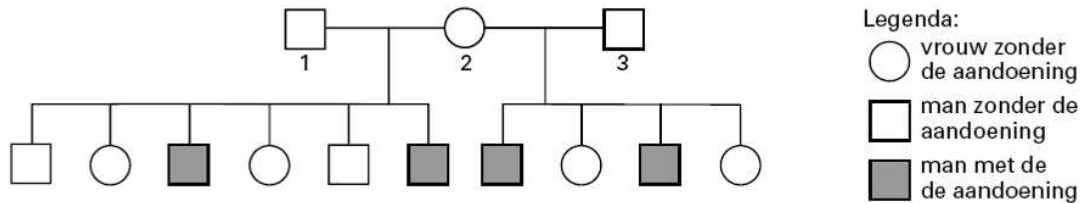
- A door een X-chromosomaal gen
- B door een niet-X-chromosomaal gen
- C niet met zekerheid te bepalen

2p 9 Is het gen voor deze eigenschap dominant of recessief of is dat op grond van deze stamboom niet met zekerheid te bepalen?

- A dominant
- B recessief
- C niet met zekerheid te bepalen

Een stamboom

Een vrouw heeft kinderen uit twee huwelijken. Vier van haar kinderen hebben een zeer zeldzame erfelijke aandoening. Hieronder is een stamboom getekend van deze familie. Er wordt van uitgegaan dat geen mutaties en geen crossing-over zijn opgetreden.



bewerkt naar: A.J.F.Griffiths, *Genetic Analysis*, New York, 1996, 86

Drie leerlingen bespreken deze stamboom en geven een verklaring voor het voorkomen van deze aandoening bij deze vier kinderen.

Volgens leerling 1 is het gen dat deze aandoening veroorzaakt, recessief en niet X-chromosomaal.

Volgens leerling 2 is het gen dat deze aandoening veroorzaakt, recessief en X-chromosomaal.

Volgens leerling 3 is het gen dat deze aandoening veroorzaakt Y-chromosomaal.

- 3p **10** Geef bij elke van deze drie verklaringen een argument, op basis van de informatie in de stamboom, waaruit blijkt dat de verklaring óf waarschijnlijk juist is óf waarschijnlijk onjuist is óf zeker onjuist is.

Erfelijke kaalheid

De aanwezigheid of het geheel of gedeeltelijk ontbreken van hoofdhaar (kaalheid) berust op de allelen H^n (niet kaal) en H^k (kaal). In aanwezigheid van hoge concentraties van het hormoon testosteron is het allel H^k dominant over het allel H^n , bij lage concentraties testosteron is het allel H^n dominant over het allel H^k . Een man met genotype H^kH^n en een vrouw met het genotype H^kH^n krijgen samen een aantal kinderen.

- 2p **11** Welk percentage van hun zonen heeft op grond van deze gegevens kans om op latere leeftijd kaal te worden?
- A 0%
 - B 25%
 - C 33%
 - D 50%
 - E 75%

Sommige vrouwen hebben tot ongeveer hun zestigste jaar veel haar en worden daarna geleidelijk kaal. Dit wordt mede veroorzaakt doordat hun testosteronspiegel stijgt.

2p **12** Welk genotype ligt of welke genotypen liggen aan de kaalheid van die vrouwen ten grondslag?

- A** alleen H^kH^k
- B** alleen H^kH^n
- C** alleen H^nH^n
- D** alleen H^kH^k en H^kH^n
- E** alleen H^kH^n en H^nH^n
- F** H^kH^k en H^kH^n en H^nH^n

Syndroom van Down

Bij mensen met het syndroom van Down komt in elke lichaamscel een extra chromosoom 21 voor. Dit wordt ook wel aangeduid met trisomie 21.

Als een vrouw van 20 jaar zwanger is, is de kans dat haar kind trisomie 21 heeft 1 op 2300. Bij vrouwen van 45 jaar en ouder is die kans groter dan 1 op 100. Toch komen er meer zwangerschappen met trisomie 21 voor bij jonge vrouwen dan bij vrouwen van 45 jaar en ouder.

1p **13** Geef hiervoor een verklaring.

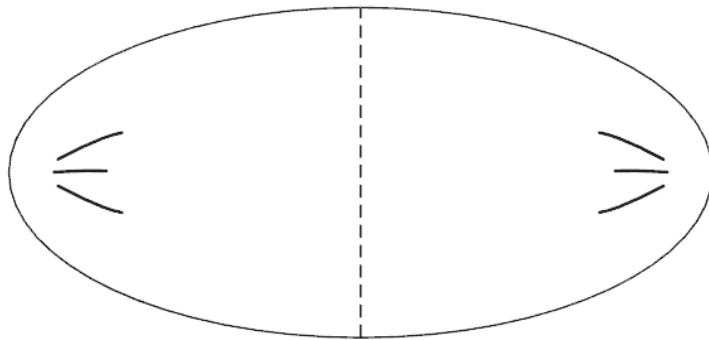
Trisomie 21 kan zijn veroorzaakt door non-disjunctie tijdens meiose I of meiose II. Bij non-disjunctie blijft een chromosomenpaar bij elkaar tijdens de anafase. Nadat een bepaalde spermamoedercel meiose I en II heeft ondergaan is de verdeling van de chromosomen 21 over de vier gevormde spermacellen als volgt:

spermacellen	1	2	3	4
aantal chromosomen 21	geen	een	een	twee

2p **14** Heeft bij de vorming van deze spermacellen non-disjunctie plaatsgevonden tijdens meiose I, tijdens meiose II, of is beide mogelijk?

- A** alleen tijdens meiose I
- B** alleen tijdens meiose II
- C** zowel tijdens meiose I als tijdens meiose II

Bij ongeveer 8% van de personen met het syndroom van Down treft men het normale aantal chromosomen in de cellen aan. Bij deze mensen is de lange arm van het derde exemplaar van chromosoom 21 gekoppeld aan de lange arm van chromosoom 14 ter hoogte van het centromeer. Daarbij gaat van beide chromosomen de korte arm verloren. Men spreekt dan van translocatie-trisomie.



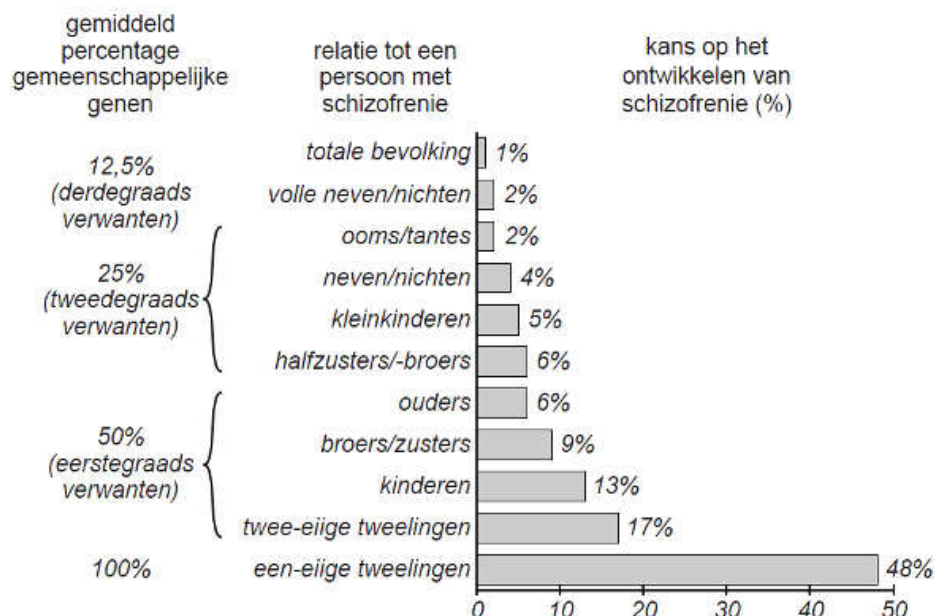
Hierboven is een aanzet gegeven voor een schematische tekening van een kern-deling bij aanvang van de anafase.

- 3p **15** Teken in de 'cel' alleen de chromosomen 14 en 21 bij aanvang van de anafase van meiose I bij een vrouw met deze translocatietrisomie. Breng het verschil tussen de chromosomen 14 en 21 in de tekening tot uitdrukking.

Schizofrenie

Er wordt al geruime tijd onderzoek gedaan naar de oorzaken van schizofrenie. Steeds meer factoren blijken een rol te spelen bij het ontstaan van deze aandoening.

Het diagram in de afbeelding geeft de relatie aan tussen de kans om in de loop van een mensenleven schizofreen te worden en de mate van genetische verwantschap met een schizofreen persoon.



De kans dat de een-eiige tweelingbroer van een jongen met schizofrenie ook aan schizofrenie lijdt is slechts 48 procent (zie afbeelding).

- 1p **16** Geef een verklaring voor dit gegeven.

Uit het diagram is het percentage gemeenschappelijke genen af te lezen bij volle neven en nichten. Een volle neef of nicht is de zoon of dochter van een oom of tante.

2p **17** Hoe groot is de kans dat een volle neef en nicht beide een bepaald allel hebben van hun gemeenschappelijke opa, die heterozygoot is voor de betreffende eigenschap?

- A** $1/8$
 - B** $1/16$
 - C** $1/32$
 - D** $1/64$
-

Herkomst vragen genetica

	<i>examen</i>	<i>vraag</i>
1	2004-2	35
2		36
3		37
4		40
5	2004-1	38
6	2003-1	11
7	2003-2	15
8	2002-1	11
9		12
10	2002-2	30
11		31
12		32
13	2007-1	14
14		15
15		16
16		29
17		30