

Hoofdstuk 6

Kleurvererving



De kleurvererving bij de Hovawart

Onze **Hovawarts** kunnen voorkomen in drie erkende vachtkleuren: blond, zwart, of zwart-bruin, en wanneer men besluit een nestje te fokken wordt men steeds geconfronteerd met het probleem welke kleur reu men zal kiezen. Na de dekking is het dan afwachten geblazen, men vraagt zich af of men pups in drie kleurslagen gaat krijgen, of er slechts twee kleuren zullen opduiken, of zelfs maar één. Heel vaak is het een totale verrassing. Diverse personen hebben reeds werk gepubliceerd over de vererving van de vachtkleur bij honden; dit vormt een goede basis om te trachten de vererving van de kleuren bij de **Hovawart** te begrijpen.

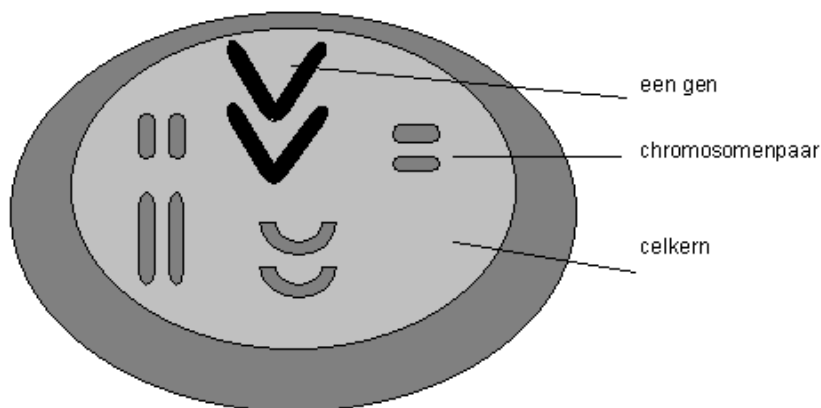
Ook de stambomen van Duitse honden hebben door hun nauwkeurige gedetailleerdheid heel veel informatie geleverd en hebben op die manier ertoe bijgedragen om de basis-hypotheses te bevestigen. Om deze literatuur te begrijpen dient men wel over enkele noties van genetica te beschikken; daarom hebben wij er bewust voor gekozen om van bij het begin te beginnen en de technische termen waar leken wel voor kunnen terugschrikken te vereenvoudigen. Zo kan men volgende uitleg ook zien als een letterspelletje met een code. Er zullen u trouwens kleine oefeningen met verbetering voorgesteld worden. Wij hopen dat de hier volgende uitleg duidelijk en begrijpelijk is!

Zoals alle levende wezen wordt onze Hovawart samengesteld uit duizenden cellen.

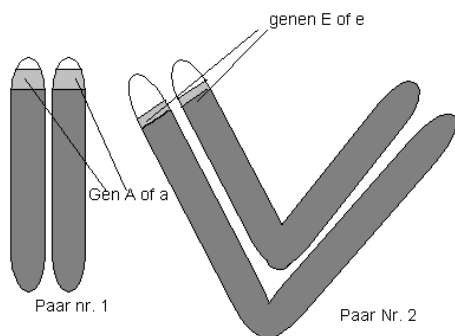
Stelt u zich een cel voor als een klein fabriekje dat chemische moleculen op een microscopische schaal fabriceert. Deze moleculen verbinden zich onderling, vormen een organisme en doen het functioneren, hun fabricatie zelf wordt bepaald door de genen. Genen bevinden zich op de chromosomen, dit zijn lange ketens van een bepaalde molecule (het ADN) gesitueerd in de kern van de cellen.

Vereenvoudigd schema van een cel

(om het eenvoudiger te maken zijn er slechts 5 chromosoomparen voorgesteld)



Chromosomen komen altijd paarsgewijs voor, een hond heeft 78 chromosomen dus 39 paren van chromosomen. Deze bepalen de chemische moleculen die overeenkomen met bepaalde eigenschappen, b.v. de aan- of afwezigheid van wolfsklauwtjes, de lengte van de vacht, enz..., samengevat alles wat het dier bepaalt. De vachtkleur wordt bepaald door verschillende genenparen die zich op verschillende chromosomen bevinden. Van de 13 genenparen verantwoordelijk voor de vachtkleur van de hond zijn er twee paren die de kleur van de Hovawart doen wijzigen. We gaan de chromosomen die het eerste paar genen dragen de naam geven van chromosomen nr. 1, en de chromosomen die het tweede paar genen dragen noemen we de chromosomen nr. 2.



Vereenvoudigd schema van de chromosomen die de kleur bepalen bij de Hovawart

Een chromosoom van het paar nr. 1 kan het gen A of het gen a dragen:

Het gen A veroorzaakt de zwarte kleur gesymboliseerd Z

Het gen a veroorzaakt de zwart-bruin kleur gesymboliseerd ZB

Een hond zal dus als genetische formule hebben ofwel AA, ofwel Aa, ofwel aa, gezien de genen steeds per paar voorkomen. We weten dat het gen A dominant is boven het gen a dat recessief is. Zo bekomen we dus, voor de verschillende formules:

Formule AA : zwarte vacht.

De hond is dan homozygoot voor dit genenpaar: hij bezit twee maal hetzelfde gen.

Formule Aa : zwarte vacht (want A is dominant boven a)

De hond is heterozygoot voor dit genenpaar want hij bezit twee verschillende genen A en a.

Formule aa : zwart-bruine vacht

De hond is homozygoot voor dit genenpaar.

De chromosomen nr. 2 dragen de genen E of e die rechtstreeks de werking van de genen A en a beïnvloeden. We weten dat het gen E neutraal is, het laat A of a toe zich te manifesteren; E is dominant over e. Het gen e manifesteert zich slechts wanneer het dubbel is (homozygote hond voor dit genpaar), dit wil zeggen dat, als de formule ee is, de werking van A of a geannuleerd wordt en de hond altijd blond is.

Vatten we dit even samen:

Formule EE :

homozygote hond voor dit genpaar, A of a komt tot uitdrukking,

Formule Ee :

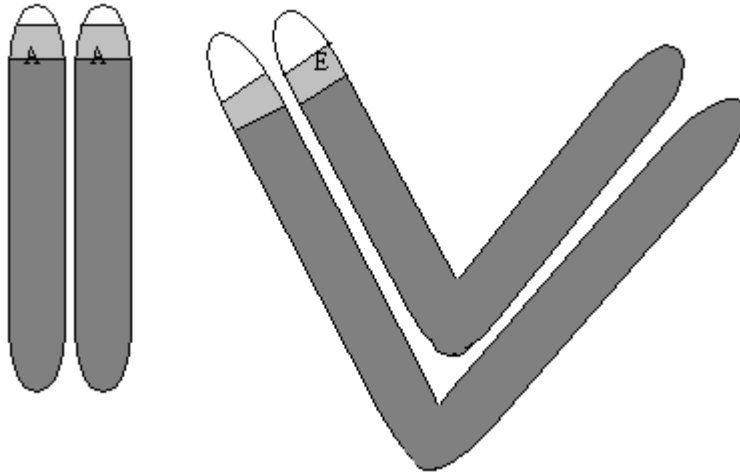
heterozygote hond voor dit genpaar: A of a komt tot uitdrukking,

Formule ee :

homozygote hond voor dit genpaar → blonde kleur.

Elke hond beschikt dus voor zijn genetische formule over een reeks letters, bijvoorbeeld AAEE, de twee eerste letters komen overeen met de genen van het chromosomenpaar nr. 1, de twee laatste letters met de genen van het chromosomenpaar nr. 2. In het gekozen voorbeeld is de hond zwart want hij heeft twee AA en de twee EE laten toe dat A zich manifesteert. Deze hond AAEE is homozygoot voor de twee genenparen.

Chromosomen van een zwarte hond met de genetische formule : AAEE



Genen A

ZWART

Genen E

A komt tot uitdrukking

Een hond AAEE is ook zwart, maar een hond Aaee is blond want de twee ee hebben de bovenhand.

Een oefeningetje als toets: zoek de vachtkleur van honden met de genetische formule:
AaEE AaEe aaEe aeee Aaee

Je kan jezelf verbeteren met behulp van volgende paragraaf waar een overzicht gegeven wordt per kleur van de verschillende combinatiemogelijkheden (negen in totaal).

Zwarte hond: AAEE of AaEE of AAEE of AaEe, zoals je ziet is het voldoende dat een hond drager is van minstens één A en één E opdat hij zwart zou zijn.

Een zwarte hond kan drager zijn van een gen a en/of drager van een gen e.

Zwart-bruine hond: aaEE of aaEe : altijd aa met één of twee E

Een hond aaEe is drager van een gen e.

Blonde hond: AAee of Aaee of aaaa : 't is eender welk gen van de chromosomen nr. 1 maar altijd ee op de chromosomen nr. 2.

Onder deze combinaties zijn :

4 honden volledig homozygoot AAEE, aaEE, AAee, aaaa

2 honden homozygoot voor de genen nr. 1, heterozygoot voor de genen nr. 2: AAee, aaEe,

2 honden heterozygoot voor de genen nr. 1, homozygoot voor de genen nr.2: AaEE, Aaee,

1 hond volledig heterozygoot: AaEe.

Vanuit deze negen combinaties zijn 45 kruisingen mogelijk, zoals je in de volgende paragraaf kan lezen.

Het resultaat van de analyse kan samengevat worden in enkele punten:

Twee blonde honden geven enkel blonde pups.

Twee zwart-bruine honden geven of 100 % zwart-bruine pups, of 75 % zwart-bruine pups en 25 % blonde pups, maar nooit zwarte pups (behalve in enkele zeer uitzonderlijke gevallen, minder dan 1 %, waar een verschillend genetisch mechanisme optreedt dat nog slecht gekend is).

Let op : men moet minstens over twee of drie worpen van dezelfde ouderdieren beschikken met een minimum van 15 pups willen deze percentages een statistische betekenis hebben.

Twee zwarte honden geven altijd een meerderheid van zwarte pups. Als men hier ook zwart-bruine en blonde pups wil bekomen, dient men eerst op de stambomen van de zwarte ouderdieren na te gaan of deze anderskleurige dieren in hun afstamming hebben, dus dat de

ouderdieren de genen a en/of e dragen en deze kunnen doorgeven aan hun afstammelingen.

De kruising **blond met zwart-bruin** biedt alle kleurmogelijkheden: ofwel de drie kleuren, ofwel twee kleuren, ofwel enkel zwart-bruin ofwel enkel zwart.

Het meest interessante is om de genetische formule van de ouderdieren te achterhalen om zo te kunnen voorzien welke kleuren men kan bekomen.

Bij voorbeeld als een blonde teef gekruist wordt met een zwart-bruine reu en er uit deze combinatie drie kleurslagen geboren worden, kan men daaruit afleiden dat de reu aaEe is: aa en E want dat is de minimumvereiste voor een zwart-bruine hond, maar ook e vermits hij blonde pups heeft voortgebracht, die zelf ee zijn, en die dus een e-gen geërfd moeten hebben van elk van hun ouders. De teef is Aaee: A want zij heeft zwarte pups voortgebracht – a want zij heeft ook zwart-bruine pups gekregen – ee want zij zelf is blond.

Indien er geen enkel blonde pup zou geweest zijn, dan zou de reu aaEE zijn, want dan vererft hij automatisch een E dus dan komen de chromosomen nr. 1 tot uitdrukking en kan er geen ee zijn.

Indien, bij eenzelfde kruising, de teef enkel zwarte en blonde pups zou krijgen, dan betekent dit dat zij Aaee is, indien zij enkel blonde en zwart-bruine pups krijgt, is zij aaaa.

Tussen een blonde hond en een zwarte hond zijn 12 combinatiemogelijkheden, maar enkele daarvan schijnen meer voor te komen.

Blond en zwart verpaard geeft ofwel zwarte en blonde pups, ofwel pups in de drie kleurslagen.

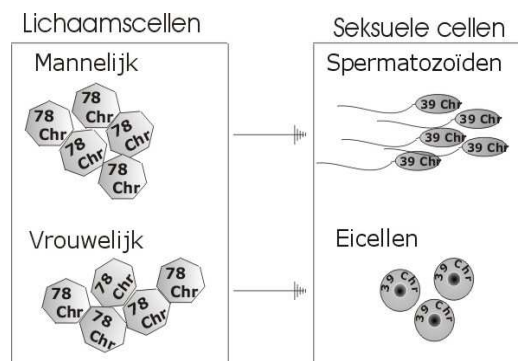
Een zwart met zwart-bruin verparing geeft vaak enkel zwarte pups, of zwart en zwart-bruine pups, maar twee vrij veel voorkomende combinaties kunnen ook blonde pups voortbrengen.

Vooraleer te fokken met zijn Hovawart kan men trachten zijn genetische formule te achterhalen door zijn stamboom te bestuderen, indien de kleuren van de voorouders vermeld zijn tenminste, en logisch deductief te redeneren. Ik sta ter uwer beschikking om vragen hieromtrent te beantwoorden.

Lijst van verschillende verparingen

Om te begrijpen hoe men tot de hierna vermelde resultaten komt, zijn enkele supplementaire noties noodzakelijk, maar men kan ook de uitleg overslaan en meteen naar de resultaten kijken.

Chromosomen verschijnen paarsgewijze in alle cellen van het organisme behalve in de seksuele cellen, dit wil zeggen bij de spermatozoïden en de eicellen waar slechts één enkele chromosoom van elk paar aanwezig is (Chr = chromosoom).



We verkrijgen: $\frac{1}{4}$ van de formule AAeE } $\frac{3}{4}$ van de pups zijn zwart
 $\frac{1}{2}$ van de formule AaEe } dus 75 % zwart
 $\frac{1}{4}$ van de formule aaEe } $\frac{1}{4}$ van de pups zijn zwart-bruin
} dus 25 % zwart-bruin

<u>Blonde teef</u>	Aaee	X	<u>Zwart-bruine reu</u>	aaEe
	↓			↓
<u>Eicellen</u>	Ae of ae		<u>Spermatozoïden</u>	aE of ae

	SPERMATOZOÏDE aE	SPERMATOZOÏDE ae
EICEL Ae	AaEe	Aaee
EICEL ae	AaEe	aaee

We verkrijgen: $\frac{1}{4}$ van de formule AaEe 25 % zwarte pups
 $\frac{1}{4}$ van de formule aaEe 25 % zwart-bruine pups
 $\frac{1}{4}$ van de formule Aaee } 50 % blonde pups
 $\frac{1}{4}$ van de formule aaee }

Vertrekkend vanuit dezelfde principes kan je hieronder de lijst vinden van de 45 mogelijke verparingen bij de hovawart en de resultaten ervan. Je kan zelf oefenen en je resultaten hiermee vergelijken!

Ter herinnering: B: Blonde hond: AAee of Aaee of aaee
ZB: Zwart-bruine hond: aaEE of aaEe
Z: Zwarte hond: AAEE of AaEE of AAeE of AaEe

BLOND X BLOND : 6 MOGELIJKE VERPARINGEN

AAee x AAee	100 % AAee	100 % B
AAee x Aaee	50 % Aaee 50 % Aaee	100 % B
AAee x aaee	100 % Aaee	100 % B
Aaee x Aaee	25 % Aaee 50 % Aaee 25 % aaee	100 % B
Aaee x aaee	50 % Aaee 50 % aaee	100 % B
aaee x aaee	100 % aaee	100 % B

ZWART-BRUIJN X ZWART-BRUIJN : 3 MOGELIJKE VERPARINGEN

aaEE x aaEE	100 % aaEE	100 % ZB
aaEE x aaEe	50 % aaEE 50 % aaEe	100 % ZB
aaEe x aaEe	25 % aaEE 50 % aaEe 25 % aaee	75 % ZB 25 % B

BLOND X ZWART-BRUIJN : 6 MOGELIJKE VERPARINGEN

AAee x aaEE	100 % AaEe	100 % Z
AAee x aaEe	50 % AaEe 50 % Aaee	50 % Z 50 % B
Aaee x aaEE	50 % AaEe 50 % aaEe	50 % Z 50 % ZB
Aaee x aaEe	25 % AaEe 25 % aaEe 25 % Aaee 25 % aaaa	25 % Z 25 % ZB 50 % B
aaaa x aaEE	100 % aaEe	100 % ZB
aaaa x aaEe	50 % aaEe 50 % aaaa	50 % ZB 50 % B

ZWART-BRUIJN X ZWART : 8 MOGELIJKE VERPARINGEN

aaEE x AAEE	100 % AaEE	100 % Z
aaEE x AAee	50 % AaEE 50 % AaEe	100 % Z
aaEE x AaEE	50 % AaEE 50 % aaEE	50 % Z 50 % ZB
aaEE x AaEe	25 % AaEE 25 % AaEe 25 % aaEE 25 % aaEe	50 % Z 50 % ZB
aaEe x AAEE	50 % AaEE 50 % AaEe	100 % Z
aaEe x AAee	25 % AaEE 50 % AaEe 25 % Aaee	75 % Z 25 % B
aaEe x AaEE	25 % AaEE 25 % AaEe 25 % aaEE 25 % aaEe	50 % Z 50 % ZB
aaEe x AaEe	12.5 % AaEE 25 % AaEe 12.5 % aaEE 25 % aaEe 12.5 % Aaee 12.5 % aaaa	37.5 % Z 37.5 % ZB 25 % B

BLOND X ZWART : 12 MOGELIJKE VERPARINGEN

AAee x AAEE	100 % AAEE	100 % Z
AAee x AAEE	50 % AAEE 50 % AAee	50 % Z 50 % B
AAee x AaEE	50 % AAEE 50 % AaEe	100 % Z
AAee x AaEe	25 % AAEE 25 % AaEe 25 % Aaee 25 % Aaee	50 % Z 50 % B
Aaee x AAEE	50 % AAEE 50 % AaEe	100 % Z
Aaee x AAEE	25 % AAEE 25 % AaEe 25 % Aaee 25 % Aaee	50 % Z 50 % B
Aaee x AaEE	25 % AAEE 50 % AaEe 25 % aaEe	25 % Z 50 % Z 25 % ZB
Aaee x AaEe	12.5 % AAEE 25 % AaEe 12.5 % aaEe 12.5 % AAee 25 % Aaee 12.5 % aaaa	37.5 % Z 12.5 % ZB 50 % B
aaaa x AAEE	100 % AaEe	100 % Z
aaaa x AAEE	50 % AaEe 50 % Aaee	50 % Z 50 % B
aaaa x AaEE	50 % AaEe 50 % aaEe	50 % Z 50 % ZB
aaaa x AaEe	25 % AaEe 25 % aaEe 25 % Aaee 25 % aaaa	25 % Z 25 % ZB 50 % B