

## Erfelijkheid en vererving

---

# Erfelijkheid en vererving.

---

Door Johan Menkehorst

Het is al heel lang geleden dat men er achter kwam dat de geboorte van een nieuw leven voorafgegaan moest worden door een paring. Ik heb al eens gelezen dat de Philistijnen, een volk dat leefde in de buurt waar nu Israël ligt, veel eeuwen voor de geboorte van Christus, de kruisbestuiving ontdekte. Natuurlijk had men ook wel ontdekt dat uit schapen alleen schapen geboren werden en uit kamelen alleen kamelen. De eerste die van erfelijkheid en vererving echt werk maakte, bestudeerde en op papier zette, was een monnik Mendel genaamd. Hij woonde en leefde in een klooster in de Brno op de Balkan. Hij begon z'n onderzoek met proeven te doen met erwten. Dat deed hij als volgt. Hij kocht/verzamelde verschillende soorten erwten. De bekendste, waar hij ook de proeven van publiceerde, waren groene en gele.

Hij pootte die in de kloostertuin en in de herfst oogstte hij. Hij deed dat een paar jaar en kwam tot de ontdekking dat uit de gele alleen maar gelen kwamen en uit de groene alleen maar groenen. Hij stelde daarna vast dat deze beide soorten erwten kweekzuiver of zoals wij zouden zeggen fokzuiver waren.

---

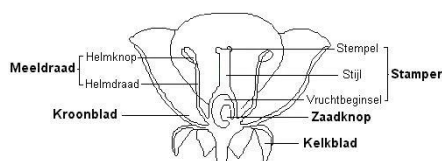
## De bloemetjes en de bijtjes.

---

Volgens mij was het Mendel die het verhaal van de bloemetjes en de bijtjes ontdekte. Aan een bloem zitten bloemblaadjes die een soort kelkje vormen en de kleur aan de bloem geven. In dat kelkje zitten de voortplantingsorganen. In het midden de stamper, vergelijkbaar met de eicel. Rondom de stamper de meeldraden die het stuifmeel (zaadcellen) produceren. De bij die in de bloemetjes kruipt om de nectar op met drinken, neemt, ongemerkt, wat van het stuifmeel mee en als hij in de volgende bloem kruipt, laat hij, weer ongemerkt, wat van dat stuifmeel achter op de stamper van die bloem. De bevruchting is geschied en de vrucht kan beginnen te groeien. Dit proces kan ook op een andere manier plaatsvinden, b.v. door de wind. Vroeg in de zomer als de rogge bloeit, zie je soms hele wolken stuifmeel boven de roggevelen voort gejaagd door de wind.

---

## Schematische voorstelling van een bloem.



Figuur 1. Een dwarsdoorsnede door een bloem

---

---

## Kruisbestuiving.

---

Toen Mendel ontdekt had dat z'n groene en gele erwten fokzuiver waren, pootte hij ze gewoon weer in de kloostertuin en liet ze groeien. Maar toen er bloemetjes aankwamen, pakte hij een schaar en knipte overal de meeldraden (zaadjes) uit. Met de meeldraden van de groene wreef hij langs de stampers van de gele en omgekeerd. Hij keek er verder niet naar om tot de oogst. Wat schetst zijn verbazing toen bij het dorsen alleen maar gele erwten tevoorschijn kwamen. Onvoorstelbaar, de groene kleur was totaal verdwenen.

---

## Meer over Mendel.

---

Onder de onderzoekers die in de 19de eeuw op het gebied van de erfelijkheidsverschijnselen een rol gespeeld hebben, was Gregor Johan Mendel, de zoon van een Oostenrijkse landbouwer, wel de belangrijkste. Hij werd 20 Julie 1822 geboren en deed z'n eerste ervaringen in de tuinbouw op bij het dagelijkse werk in de boomgaarden en moestuinen op de ouderlijke boerderij. Op z'n 21 verliet Mendel deze omgeving en trad hij als novice binnen in het augustijnenklooster in Brünn (nu Brno): drie jaar later werd hij onder de naam Gregor tot priester gewijd.

---

## Nomenclatuur.

---

Door allerlei commissies is afgesproken dat men een factor (een gen) die in een individu (in ons geval een kanarie) aanwezig is kan aangeven met een letter. Daarbij zijn drie afspraken gemaakt:

1. De dominante wildvorm (oorspronkelijke vorm) wordt aangegeven met een schrijffletter.
2. De dominante mutatie geven we aan met een hoofdletter.
3. De wildvorm geven we aan met het + teken.

Een mutatie is een verandering van een erfelijke factor.

## We gaan verder met “Algebra”

We hebben besproken en uitgelegd dat we een man (♂) kunnen aangeven in formule

$\frac{X}{X}$   
met  $\frac{X}{X}$

Boven de streep is aangegeven wat in de zaadcel van de ♂ zat en onder de streep de erfactoren van de pop (♀). Stel we willen een ♂ met zwarte melanine in formule zetten. Zwart is de oorspronkelijke melaninekleur van de kanarie (wildvorm) Dus bij de letter die we gebruiken een +. Als we fokken met een zwarte ♂ komen daar altijd

zwarte jongen uit, conclusie zwart is dominant. Dus gebruiken we een schrijffletter en de z van zwart lijkt logisch. Opgeteld krijgen we voor zwarte eumelanine z+. De

formule voor de zwarte ♂ wordt dan  $\frac{X.z+}{X.z+}$  Voor de ♀ geldt hetzelfde verhaal:  $\frac{X.z}{Y}$

Op het Y chromosoom zetelen geen melanine beïnvloedende factoren. Op Y heeft men, tot nu toe, helemaal geen andere factoren kunnen ontdekken dan de vrouwelijke aanleg en (twijfelachtig) de mozaïekfactor.

De doorlopende streep tussen de zaadcel en de eikel symboliseert dat het gen voor de zwarte eumelanine gekoppeld is aan het geslachtschromosoom X. Zwart (melanine) vererft geslachtsgebonden. Dat is aardig bedacht, maar niet compleet. In deze formule is niet aangegeven of deze vogel wel instaat is om melanine aan te maken. Voor het aanmaken van melanine is een enzyme nodig die dat regelt. Die factor geven we aan met de letter E. De oorspronkelijke kanarie van de Kanarische Eilanden bezat melanine, dat is de wildvorm en moet dus aangegeven worden met +. In formule geven we dat aan met E+. Opnieuw de formule voor de kanarie ♂

$\frac{E+.X.z+}{E+.X.z+}$  Met deze formule geven we aan dat we een man bedoelen met zwarte

melanine. De zwarte ♀ geven we zo weer:  $\frac{E+.X.z+}{E+.Y.}$  Dezelfde formule maar dan met E in plaats van met E+ geeft een vetstofvogel of lipochroomkanarie aan. Dat ziet er zo

uit: ♂  $\frac{E.X.z}{E.X.z}$  De ♀  $\frac{E.X.z+}{E.Y.}$

Deze vogels ontwikkelen geen melanine omdat enzymefactor E+ niet aanwezig is maar de mutatie daarvan, de E. (Een mutatie is een spontane verandering van erfelijke aanleg.) We kunnen niet zeggen welke vetstofkleur (lipochroomkleur) deze vogels hebben, omdat we dat in de formule niet aangegeven hebben. Wat we wel in de formule kunnen zien dat deze lipochroomvcgels latent (verborgen) zwart bezitten.

Het aangeven van de lipochroomkleur is niet zo moeilijk. Dat doen we als volgt. De G+ staat voor geel, de r+.G+. staat voor rood, CB staat voor dominant wit en cb. voor recessief wit. Omdat toe te passen moet je het volgende weten, de vetstoffactor vererft vrij is dus niet gebonden aan het geslachtschromosoom, dat laten we zien door de streep tussen zaadcel en eikel te onderbreken. Bovendien moet je weten hoe de dominantie is tussen deze factoren.

Dominant wit, CB+ is dominant t.o.v. de andere lipochroomfactoren, met CB geef je aan dat CB+ niet aanwezig is. Rood, r+.G+. is dominant t.o.v. recessief wit en geel en recessief wit is recessief t.o.v. de andere factoren en is pas zichtbaar als de factor voorkomt in zowel de zaadcel als de eikel.

$\overline{E+} \cdot \overline{X.Z+} \cdot \overline{G+}$ .

Zo simpel is dat, kijk maar.  $\overline{E+} \cdot \overline{X.Z+} \cdot \overline{G+}$ . Deze formule geeft aan dat we het hebben

over een gemelaniseerde vogel  $\overline{E+}$  dat we praten over een ♂  $\overline{X}$ , zwarte melanine  $\overline{Z+}$

met gele lipochroom  $\overline{G+}$ . We hebben hier dus een zwart gele man. Intensief of schimmel staat er nog niet bij, maar dat komt nog wel.

---

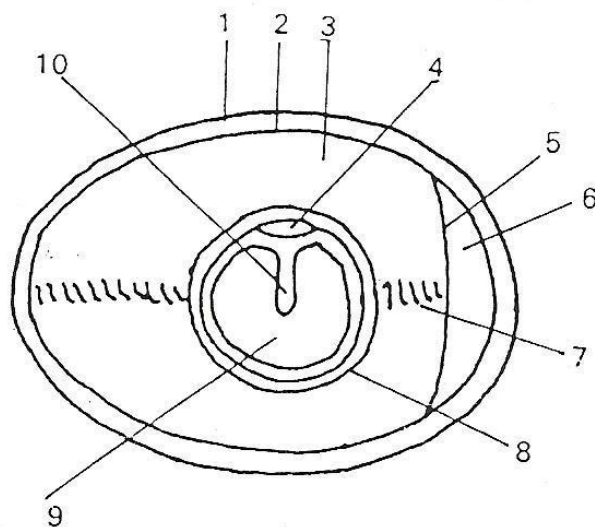
## Bouwstenen van het organisme.

---

Biologie is de wetenschap van het leven en omvat alle levende organismen, plantaardig en dierlijk.

Elk organisme, mens, plant en ook de vogel, is opgebouwd uit cellen, de bouwstenen. De kiemcel, is de eerste en bevat alle informatie over hoe het nieuwe individu eruit gaat zien. De cel is de kleinste eenheid van leven met als definitie, een cel is een klompje protoplasma met een kern. Het protoplasma wordt onderscheiden in celplasma (cytoplasma) en kernplasma (nucleoplasma). Het plasma is de levende stof waaruit de cellen van alle levende wezens zijn opgebouwd en die alle eigenschappen van het leven vertonen.

Het leven van elke vogel en ook van de mens begint met één cel, de bevruchte eicel, de kiemcel of zygote in ons geval het ei.



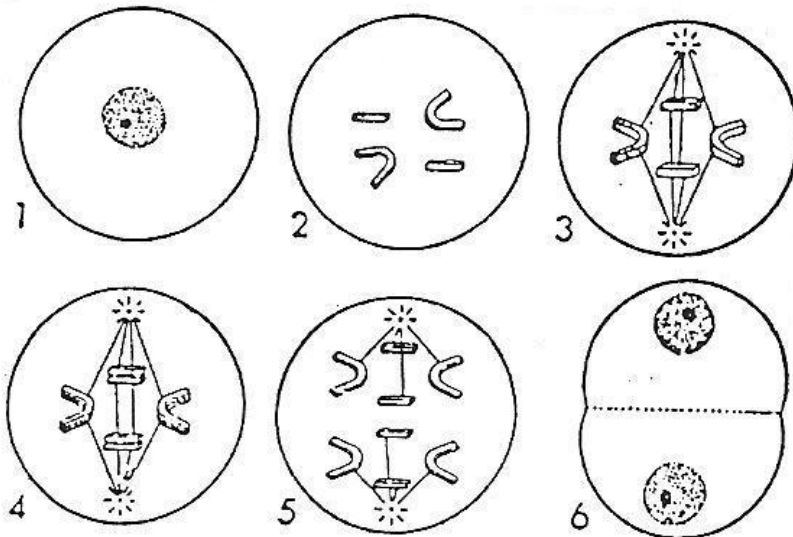
1. Kalkschaal
2. Schaalvlies
3. Eiwit
4. Kiemschijf
5. Binnenste schaalvlies
6. Luchtkamer
7. Hagelsnoeren
8. Dooiervlies
9. Gele dooier
10. Witte dooier

---

## De groeicel deling.

---

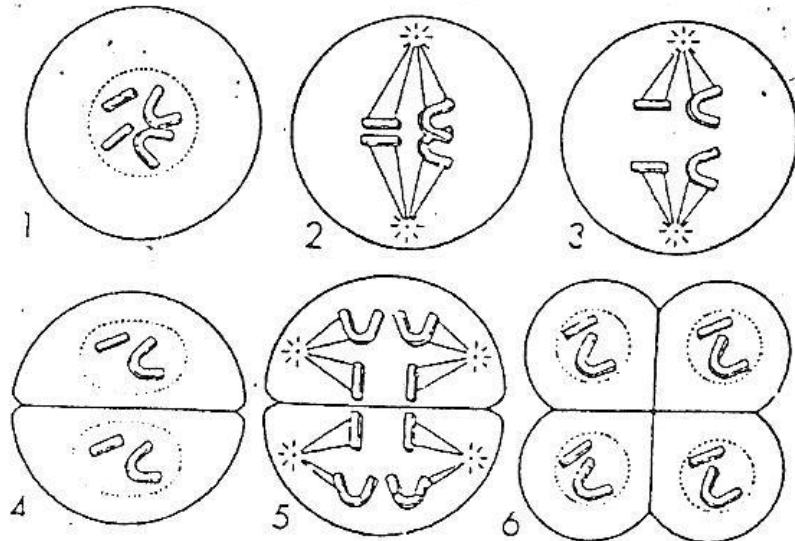
Door toevoeging van warmte tijdens het broeden begint een proces van celdeling, waardoor uiteindelijk de jonge vogel ontstaat. Door de warmte groeien in het protoplasma ketens van erfelijke eigenschappen, de chromosomen. In de kiemcel van de kanarie bevinden zich 9 paren, dus 18 chromosomen en die gaan zich vermenigvuldigen, de groeiceldeling.



In deze schematische voorstelling van de groeiceldeling zij maar twee paren chromosomen getekend. 1. Rustende cel met kern. 2. De kernwand is verdwenen, de paren chromosomen worden zichtbaar. 3. De chromosomen rangschikken zich voor deling. 4. Ze delen zich overlangs en dupliceren zich, zodat er weer paren ontstaan. 5. De paren gaan naar de beide polen. 6. Door deze deling zijn 2 gelijke cellen ontstaan. Dat proces herhaalt zich.

## Reduktiedeling

Elk organisme is opgebouwd uit cellen. Het begin van het organisme is een cel die ontstaat door het samensmelten van de zaadcel en de eicel. Deze cel noemen we de zygote of kiemcel en bevat 9 paren chromosomen, waarop de erfelijke eigenschappen van het individu zijn vastgelegd. Uit dit gegeven volgt dat in zowel de zaadcel als in de eicel geen 9 paren maar 9 enkele chromosomen aanwezig kunnen zijn. Daaruit volgt dat in de geslachtsorganen van de man en in de geslachtsorganen van de pop een proces plaats vindt, waar uit de lichaamscel met 9 paren chromosomen, een voortplantingscel ontstaat met 9 enkele chromosomen. De reductiedeling. (reductie is vermindering).

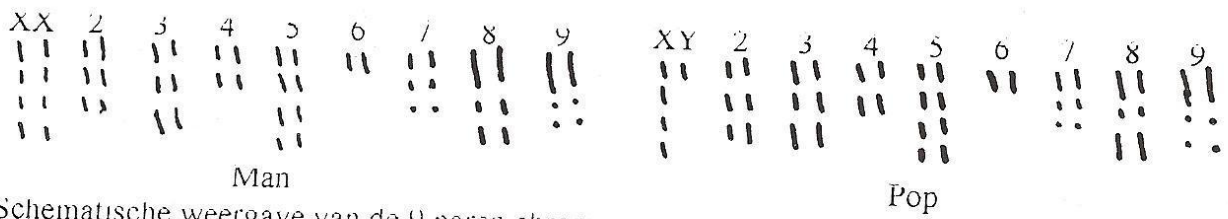


## Schema van de reductiedeling.

1. De kernwand in de moedercel verdwijnt, de chromosomen worden zichtbaar. 2. De chromosomen rangschikken zich tot paren. 3. De chromosomen wijken uiteen en gaan naar de polen. 4. Er zijn 2 kernen ontstaan elk met het enkele aantal chromosomen. 5. De chromosomen hiervan delen zich onmiddellijk weer. 6. Er zijn 4 kernen ontstaan met elk een enkel aantal chromosomen.

## Chromosomen (kernlissen)

Chromosomen zijn draadvormige lichaampjes die zichtbaar worden, wanneer de celkern van een levend organisme zich begint te delen. Hun aantal is voor elke plant- en diersoort bepaald. Ze worden beschouwd als de dragers van de erfelijke eigenschappen, de genen. De kanarie en in het algemeen de vinkachtigen hebben in hun celkern 9 paren macro of gewone chromosomen. Daarnaast bezitten ze ook nog ongeveer 30 paren microchromosomen waarop wel erfelijke factoren zetelen. Die kunnen we echter niet of nog niet volgen.. Op 1 van die 9 paren chromosomen zetelen de factoren die het geslacht bepalen. Dat noemen we het geslachtschromosoom. Het chromosoom met de factoren voor man noemen we het X-chromosoom, dat met de factoren voor pop noemen we het Y-chromosoom. Andere factoren die zetelen op het geslachtschromosoom noemen we geslachtsgebonden verervende factoren. De andere 8 paren chromosomen waarop geen geslachtsbepalende factoren zetelen noemen we autosome chromosomen. De erfactoren die daarop zetelen zijn vrij verervende factoren, onafhankelijk van het geslacht.



Schematische weergave van de 9 paren chromosomen in een celkern.

Schematische weergave van de 9 paren chromosomen in een bevruchte eicel voor het geboren worden van een man en voor een pop..

## Verder met “algebra”

We hebben het met elkaar gehad over de zwart gele man die we in formule aangaven als:

$$\frac{E+.X.z+.}{E+.X.z+.} \frac{G+}{G+}$$

Zoals je ongetwijfeld weet is, heel lang geleden, bij meneer Helder, de agaaf ontstaan. Hij ontdekte tussen z'n zwarte Harzer kanaries een vogeltje dat veel lichter was van kleur, met name dat gedeelte van de kleur dat we nu de grondkleur noemen.. Die kleurverandering heeft de heer Helder erfelijk vast gelegd. Deze factor lijkt, achteraf, het begin van de kleurkanarie te zijn.. Deze factor noemen we , na een aantal naamsveranderingen, de eerste reductiefactor.

Na veel onderzoek is gebleken dat deze factor de bij de oorspronkelijke kanarie aanwezige phaeomelanine reduceert (vermindert). Vandaar ook de naam eerste reductiefactor. Door proefparingen heeft men ontdekt dat, deze factor, deze mutatie, recessief was t.o.v. de wildvorm, de wildvorm dominant. Daarom de schrijffletters rb, van reductie bruin. En voor de wildvorm rb+.

Door proefparingen kwam men ook achter dat deze factor geslachtsgebonden vererfde en dus gekoppeld was aan het X-chromosoom.

Het lijkt waarschijnlijk dat de eerste vogel waar de 1ste reductiefactor zichtbaar was een pop was, omdat een pop geboren wordt uit X en op Y geen melanine factoren aanwezig zijn..

Y

De eerste agaaf pop zal er in formule zo uitgezien hebben:  $\frac{E+.X.z+.rb.}{E+.} \frac{G+}{G+}$

