

Chromosoom-verdubbeling

door: Leo van den Berkmortel

Alle levende wezens krijgen hun eigenschappen van hun ouders.

Heel primitieve organismen vermenigvuldigen zich door er eenvoudig een stuk af te breken of in te snoeren. De nakomelingen hebben dan precies dezelfde eigenschappen als de ouder.

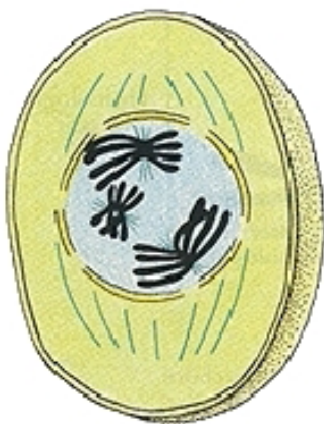
Iets hoger ontwikkelde wezens kennen (ook) geslachtelijke of seksuele vermenigvuldiging, waarbij de nakomelingen de helft van hun eigenschappen van de ene ouder en de andere helft van de andere ouder erven. In dit artikelje zullen we het alleen over planten gaan hebben.

Planten zijn opgebouwd uit cellen. Elke cel heeft een kern en daar omheen celplasma en een celwand. In het celplasma zweven kleine partikeltjes, zoals bladgroenkorrels en mitochondriën. In de celkern zitten chromosomen. Dat zijn een soort ketens van schakeltjes die bestaan uit DNA (afkorting van het Engelse woord Desoxyribo Nucleic Acid). Elk schakeltje is een gen, dat (mede) verantwoordelijk is voor een erfelijke eigenschap. Ook in de mitochondriën zit een klein beetje DNA, maar dat laten we hier voor het gemak maar buiten beschouwing.

Elk organisme heeft een bepaald aantal chromosomen, bestaande uit paren, waarvan één exemplaar afkomstig is van moeder en het andere van vader. We noemen dat aantal diploïd of $2n$. Bij de mens is dat 46, bij een roos en een narcis 14, bij een tulp en een tomaat 24.

Een plant kan groeien door celdeling. Daarbij verdubbelen eerst de chromosomenparen (eerste tekening) en daarna de cel, zodat elke dochtercel weer hetzelfde aantal chromosomen krijgt. Dat proces verloopt zoals in de 2e tot 4e tekening is aangeven.

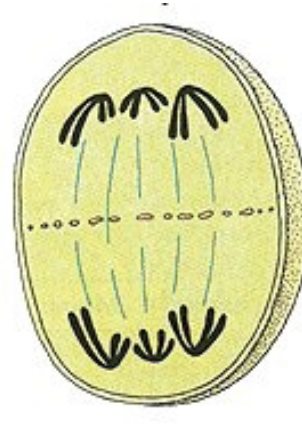
Geslachtelijke vermenigvuldiging gebeurt door bevruchting van een eicel door een zaadcel



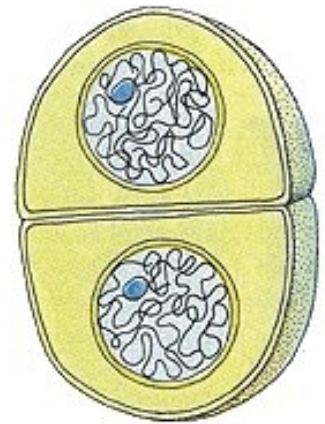
Eerst verdubbelen de chromosomen



De kernwand verdwijnt
chromosomen aan
trekdraden

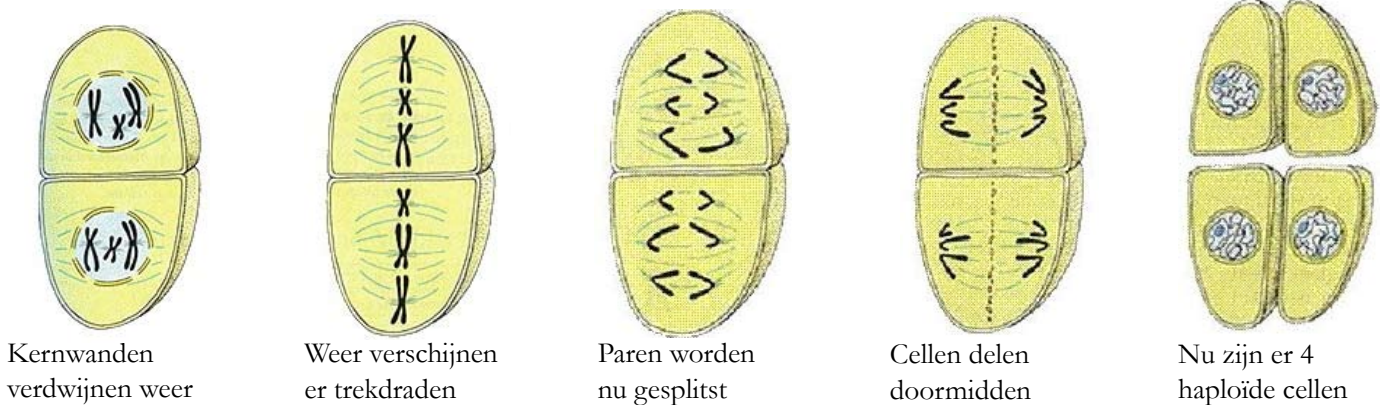


Chromosomenparen
wijken uiteen



Nu deelt ook de cel in
tweeën

Geslachtelijke vermenigvuldiging gebeurt door bevruchting van een eicel door een zaadcel (bij planten is dat een stuifmeelkorrel, bij dieren een spermaceel). Om te zorgen dat de nakomelingen uit een paring weer hetzelfde aantal ($2n$) chromosomen krijgen, moeten eerst geslachtscellen gevormd worden met het enkele aantal (n) chromosomen. Dat gebeurt door de zogenaamde reductiedeling. Geslachtscellen hebben dus n chromosomen, het "haploïde" aantal, afgeleid van het Griekse woord haplous, dat enkelvoudig betekent. De eerste vier stapjes zijn weer zoals hierboven aangegeven, maar dan komt de halvering van het chromosoomaantal, zoals in de volgende vijf tekeningen stap voor stap te volgen is.



In de 9 tekeningetjes is het normale delingsproces te zien bij planten met normaal (diploïd) aantal chromosomen, waarbij alle chromosomen dus in tweevoud aanwezig zijn. De 4 cellen op het laatste plaatje zijn de geslachtscellen. Een mannelijke geslachtscel is een celkern met het haploïde aantal chromosomen, maar een eicel heeft daar omheen ook nog celplasma met mitochondriën, die ook een klein beetje DNA bevatten. Nakomelingen krijgen dus altijd iets meer erfelijke aanleg mee van hun moeder dan van hun vader, maar dat speelt in de rest van dit artikel geen rol. Wij gaan alleen kijken naar de chromosomen in de celkernen. Na de bevruchting van een eicel door een stuifmeelkorrel ontstaat een embryo met weer het dubbele (diploïde) aantal chromosomen ($2n$). Dit embryo groeit uit tot een plant en het proces kan zich gaan herhalen.

Maar soms gaat er wat fout.

Stel dat er geen trekdraden ontstaan, de chromosomen dus niet uiteen gaan en de cel zich niet splitst. Dan ontstaat een cel met het dubbele aantal chromosomen ($4n$ of tetraploïd). Als die doorgaat met delen, dan kan er een tak aan de plant groeien met allemaal van die dubbele cellen. Dat noemen we dan tetraploïde cellen en een tetraploïde tak. Die zal meestal wat forser zijn en verder afwijken door dikker en steviger blad, vaak ook met forsere nerven. En als er aan die tak bloemen komen, dan zullen die ook groter zijn, meestal zelfs tweemaal zo groot als die aan een diploïde plant. Van die eigenschap wordt in de veredeling soms gebruik gemaakt. Een kweker kan een tetraploïde tak stekken en later vegetatief vermeerderen tot een nieuwe

tetraploïde variëteit. Dat kan door stekken of door enten en is bijvoorbeeld gedaan bij Azalea (*Rhododendron*), *Spathiphyllum*, Vlinderstruik (*Buddleja*), Roos (*Rosa*, vanwege betere resistentie tegen schimmelziektes), grassen en klavers (hogere opbrengsten).

Voor dit doel proberen plantveredelaars bewust om bepaalde planten tetraploïd te maken.

Dat lukt soms door de groeitop van de plant een tijdje in een oplossing van colchicine te dopen. In de praktijk betekent dit, dat de veredelaar een bundeltje jonge plantjes ondersteboven in een beker met colchicine-oplossing zet.

Colchicine is genoemd naar de Herfsttijloos (*Colchicum autumnale*), een zéér giftige plant; zelfs na droging zijn alle plantendelen nog giftig.

Er zijn zelfs vergiftigingsgevallen bekend bij mensen die melk gedronken hadden van schapen en geiten die hooi gegeten hadden waarin Herfsttijloos voorkwam! Dieren die in de wei lopen eten geen herfsttijloos, maar als het in hooi voorkomt, is het voor de dieren onherkenbaar. Eén van de werkingen van colchicine is de onderdrukking van de celdeling, terwijl de chromosoomdeling wel gewoon doorgaat. Er ontstaan dan geen trekdraden en alle chromosomen blijven bijeen. Zo ontstaan cellen met het verdubbelde aantal chromosomen. Op die manier kan er uit het gedompelde groeitopje van een plant een scheut groeien die tetraploïd is.

Kruisingen tussen diploïde en tetraploïde planten leveren triploïde ($3n$) nakomelingen op. Die hebben van elk chromosoom drie exemplaren in de celkernen. Dat kan nooit goed gaan bij de celdeling en in de praktijk blijkt dan ook dat triploïde planten steriel (onvruchtbaar) zijn. Ondermeer bij tarwe (*Triticum*) heeft men triploïde planten weer met colchicine verdubbeld, zodat hexaploïde ($6n$) planten ontstonden (Grieks *hexa* = zes). Omdat die weer wel een even aantal chromosomen hebben, zijn die wel fertiel (vruchtbaar) en als een boer het zaad daarvan uitzaait, groeit er op zijn akker een hexaploïd tarwe, met grote aren en grote korrels. Hetzelfde is ook gedaan met Chrysanten, met Wolfsmelk (*Euphorbia*) en met Roos.

Bij planten die geen zaad mogen vormen, zou het ideaal zijn als ze steriel zouden zijn.

In mijn werk als plantenveredelaar heb ik destijds geprobeerd om triploïde komkommers te maken. De tuinder hoeft zijn kassen dan niet zo angstvallig af te schermen tegen bestuivende insecten. Ik maakte eerst tetraploïde planten door middel van colchicine. Daarna ging ik die bestuiven met stuifmeel van een diploïde plant en inderdaad groeiden er zaden in de vrucht. Na uitzaaien gaven die triploïde nakomelingen. Het aantal chromosomen kon ik onder een microscoop tellen. Maar helaas, de zaadopbrengst was zo gering, dat het commercieel geen haalbare zaak werd. Bovendien hadden de triploïde komkommers stekeltjes op de vruchten en dat wil de consument liever niet.

Bij bananen is dit kunstje trouwens wel gelukt. Tegenwoordig zie je nooit meer zaden in een banaan zitten, omdat alle moderne rassen triploïd zijn. 🌸

