

{7.1} Historische achtergrond

Erfelijkheidsonderzoeken werden pas in de negentiende eeuw succesvol betrekking tot resultaten. Belangrijke mensen waren August Weismann (1834-1914), Charles Darwin (1809-1882), Gregor Johan Mendel (1822-1884) hij was de belangrijke grondlegger van de erfelijkheidsleer, Hugo de Vrijs, Erich Tschermak von Seysenegg en Carl Erich Correns. De 'wetten van Mendel' bestaan uit wetmatigheden over de verdeling van erfelijke factoren.

{7.2} Geslachtelijke en ongeslachtelijke voortplanting

Geslachtelijke voortplanting: Een eicel versmelt zich met een zaadcel. Beide zijn ontstaan na meiose en zijn haploïd. Bij de versmelting komen de erfelijke eigenschappen van de moeder en de vader bij elkaar, dit komt pas tot expressie tijdens de ontwikkeling van het kind. Na versmelting wordt de eicel diploïd en heeft weer een compleet aantal chromosomen

Ongeslachtelijke voortplanting: Celdeling vindt plaats door afsplitsing van ouderlijke cellen. Hierdoor zijn kinderen en ouders honderd procent identiek, oftewel klonen. Ze zijn genetisch identiek. De enige manier dat nakomelingen er anders uit gaan zien is als er invloeden van milieuomstandigheden plaats vindt tijdens de ontwikkeling en groei.

{7.3} Fenotype, genotype en genoom

Fenotype: Het geheel van waarneembare eigenschappen, oftewel het uiterlijk, maar ook bloedgroep! (Bruine ogen, blond haar enz.)

Genotype: De verzameling genen van een individu, nu spreken we liever van genoom.

Genoom: De totale erfelijke code, mens bestaat uit ongeveer 21.000 genen.

Regel: Fenotype = genoom + milieufactoren

{7.4} Genen en allelen

Elk gen heeft een bepaalde plaats op een chromosoom.

Twee **homologe** chromosomen vormen samen een paar. Elk gen heeft een 'tweeling-gen' op het homologe chromosoom. Zo'n paar heet ook wel een **allelenpaar**.

Allelen komen dus in precies dezelfde volgorde op precies dezelfde plaats in de homologe chromosomen voor.

Elke erfelijke factor wordt veroorzaakt door minstens

één gen. Voorbeeld is de resusfactor in het menselijk bloed. Mensen kunnen of resuspositief of resusnegatief zijn, dit komt omdat er twee allelen zijn voor de resusfactor. Je gebruikt het begrip allel als je meerdere expressiemogelijkheden hebt. *Minstens 2*

Niet elke eigenschap heeft slechts twee verschillende verschijningsvormen, een eigenschap kan namelijk ook meerdere allelen hebben. Zoals de bloedgroepen A O en B, dit wordt veroorzaakt door drie genen i, A en B, we spreken hier dan ook over **multiple allelen**.

Wanneer er genen te veel zijn kan dit ernstige gevolgen hebben. Zo hebben mensen met het syndroom van down 3 keer chromosoom 21, dit kan je zien aan het genotype (chromosomen) en aan het fenotype (gedrag). Maar ook door het aanwezig zijn van een allel kan een organisme doodgaan, dit noemen we dan **letale** allelen.

{7.5} Mendels kruisingen

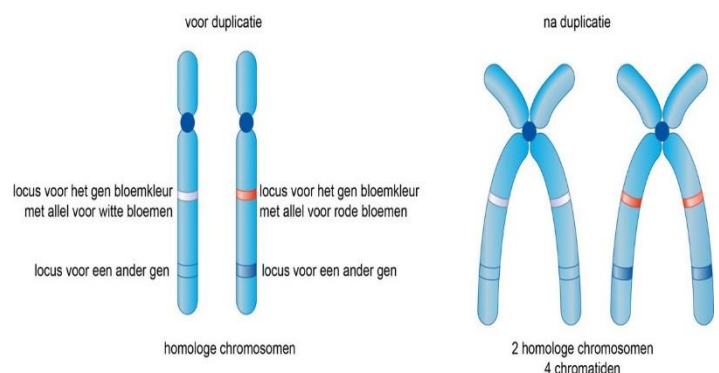
Regels:

P-generatie: Ouders

F1-generatie: Eerste generatie nakomelingen

F2-generatie: Tweede generatie nakomelingen

F3-generatie: enz.



Monohybride kruising, let je op 1 eigenschap of **Dihybride kruisingen**, dan let je op 2 eigenschappen.

Dominant allel: Hoeft maar één allel te hebben om voor te komen in fenotype. (Aa)

Recessief allel: Moet twee allelen hebben (van hetzelfde) om voor te komen in fenotype. (aa)

Homozygoten, Bevat van een bepaalde eigenschap één allel, dus AA of aa. **Heterozygoot** bevat een combinatie, dus Aa. Waarbij a niet altijd tot uiting hoeft te komen.

Alle kansen op een rijtje.

Allel	Uitkomsten	Kans	
AA x aa	4x Aa	100% Aa	1
Aa x aa	2x Aa & 2x aa	50% Aa & 50% aa	1 : 1
Aa x Aa	1x AA & 2x Aa & 1x aa	25% AA & 50% Aa & 25% aa	1 : 2 : 1
AA x Aa	3x Aa & 1x AA	100% A (Uitkomst) 75% Aa & 25% AA	3 : 1
aa x aa	4x aa	100% aa	

Intermediair: 2 allelen zijn beide onvolledig dominant en vormen daarom een mening van beide. Rood + wit = roze
Hieraan kan je direct zien dat de het individu heterozygoot is.

{7.6} Jongen of meisje?

Het 23^{ste} chromosomenpaar zijn de geslachtschromosomen. Bij de vrouw is dit XX en bij de man is dit XY. De man bepaald dus of het kind een meisje of een jongen wordt. De kans op een jongen of een meisje is dus 50%. Het Y-chromosoom is heel klein en heeft maar ruimte voor 100 allelen, het X-chromosoom is vele male grote en bevat bijna 1000 allelen.

Regels bij X-chromosomale overerving

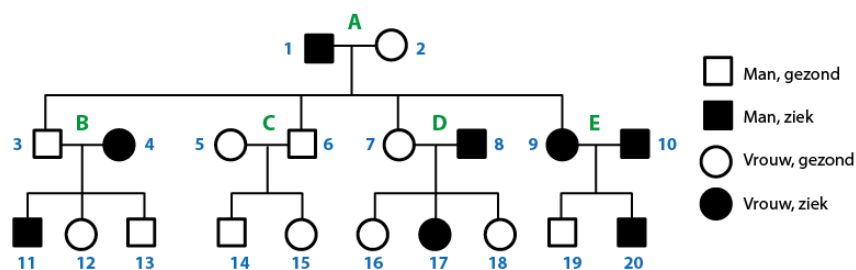
1. Het geslacht wordt bepaald oor de gameten van de vader.
2. De zonen krijgen hun (enige) X-chromosoom van de moeder.
3. Bij de zonen komen alle allelen in hun X-chromosoom tot uiting, ook als deze recessief zijn.
4. Dochters krijgen altijd een X-chromosoom van hun vader én van hun moeder.
5. Als moeders draagster zijn, hebben hun zoons 50% kans op de ziekte waarvan de moeder draagster is.

{7.7} Stambomen

Bolletje: Vrouw

Vierkant: Man

Lijntjes: Geven relatie aan tussen de blokjes.



{7.8} Dihybride kruisingen

Je let hierbij op twee verschillende eigenschappen. Houd er rekening mee dat je twee allelen pakt die op verschillende plekken op de chromosomen liggen omdat je anders over gekoppelde-overerving praat. (Zie 7.8)

I^AR **I^Ar** **i^RR** **i^Rr**
I^AR I^AA^RR I^AA^Rr I^Ai^RR I^Ai^Rr
I^Ar I^AA^Rr I^AA^rr I^Ai^Rr I^Ai^rr
i^R I^Ai^RR I^Ai^Rr ii^RR ii^Rr
i^r I^Ai^Rr I^Ai^rr ii^Rr ii^rr

Kansen op kansen bereken je door de kansen keer elkaar te doen.

Oftewel, als van alle knikker de helft rood is, en van de rode knikkers de helft doorzichtig is. Bereken je dit door ½ maal ½ te doen, dan kom je erachter dat van alle knikkers ¼ een doorzichtige rode knikker is.

{7.9} Gekoppelde overerving

Het komt vaak voor dat het gen voor een bepaalde eigenschap en het gen voor een andere eigenschap op hetzelfde chromosoom ligt, deze twee genen erven dan gekoppeld over. Ook wel **gekoppelde overerving**.

Zo kan je dus krijgen dat je Ab en aB krijgt.

VOORBEELD

Heterozygote P:

AaBb x AaBb

Ab en aB en Ab en aB

	<u>Ab</u>	<u>aB</u>
<u>Ab</u>	<u>Ab Ab</u>	<u>Ab aB</u>
<u>aB</u>	<u>Ab aB</u>	<u>aB aB</u>

In tegenstelling tot de situatie bij onafhankelijke overerving ontstaat er dus geen 9 : 3 : 3 : 1-verhouding. De fenotypische verhouding is nu: AAb : AaBb : aaB- = 1 : 2 : 1.

{8.1} De structuur van DNA

Het erfelijk materiaal van een cel is opgeslagen in de vorm van Chromatine, dit bestaat uit DNA en bepaalde histonen (eiwitten). Onder een elektronenmicroscop kan je de kralen, ook wel nucleosomen zien in de chromatineketen. Deze nucleosomen dienen twee doelen:

Ze zorgen ervoor dat de 2 meter lange DNA-molecuul in een celkern past en ze beschermen de code in het DNA, hierdoor kunnen delen van het DNA alleen gebruikt worden als dat nodig is. Doormiddel van enzymen kan dit schild worden verplaatst.

Tussen celdelingen in is de chromatine te zien als een korrelige structuur in de celkern. Dit komt doordat de ene plek veel chromatine op zich geplakt heeft (*inactief*) terwijl de andere plekken juist de chromatine iets verder uit elkaar hebben (*actief*). Wanneer een lichaamscel zich deelt wordt het erfelijk materiaal zichtbaar in de vorm van een draadvormige structuur, ook wel bekend als de **chromosomen**.

DNA is een polymeer, groot molecuul bestaande uit herhalende ketens van elementen, en bestaat uit **nucleotiden**. Deze nucleotide bestaat uit **suiker**, een **fosfaatgroep** en een stikstofbase. Alleen de stikstofbase verschillen in het DNA, dus het suiker en de fosfaatgroep is altijd gelijk. Er zijn vier verschillende soorten basen. (A) adenine, (T) thymine, (G) guanine en (C) cytosine. Concluderend zijn er in DNA vier verschillende nucleotiden. DNA bestaat uit twee verschillende lange ketens van nucleotiden, deze ketens zijn op een bepaalde manier met elkaar verbonden. Zo liggen de basen A-T altijd tegenover elkaar, G-C bases liggen ook tegenover elkaar, we noemen deze basen **complementaire basen**. Onderling worden deze bases verbonden door waterstofbruggen. De A-T en G-C. Bij het vormen van DNA worden de nucleotiden aan elkaar gekoppeld vanuit het 5'C naar het 3'C-atoom. De wijze waarop het erfelijk materiaal is vastgelegd is universeel voor bacteriën, schimmels, planten en dieren.

Replicatie: verdubbeling DNA

De kant van de fosfaatgroep noemen de **5'-kant** van de nucleotiden en de kant van de desoxyribose is de **3'-kant**. De plaats waar het openristen voor vermenigvuldigen begint heeft een Y-vormige structuur en noemen we de **replicatievork** genoemd. Hierna koppelt het enzym **DNA-polymerase** de nucleotiden weer aan elkaar. Dit enzym leest het DNA vanuit de 3'-5' richting waardoor het nieuwe DNA keten in de 5'-3' richting wordt gevormd. Aan de **leidende streng** wordt er continue nieuw DNA gevormd terwijl er langs de '**volgende streng**' het nieuwe DNA in stukjes wordt geplakt, de **Okazaki-fragmenten**. Deze fragmenten worden weer aan elkaar geplakt doormiddel van het enzym **ligase**.

Polymerase-kettingreactie

De polymerase-kettingreactie wordt vaak afgekort tot PCR, is een methode waardoor ze in een laboratorium stukjes DNA vaak kopiëren tot er genoeg DNA is om te kunnen analyseren. Hiervoor is nodig:

- > het enzym **DNA-polymerase**
- > het stuk dat DNA
- > heel veel nucleotiden (A, C, G en T)
- > **primers**, enkelstrengs DNA dat het begin of het eindnucleotiden kopiëren.

PCR-cyclus gaat als volgt:

- | | |
|---|-------------|
| 1) het DNA wordt verhit tot ongeveer 95 graden Celsius. Hierdoor gaan de DNA-strengen uit elkaar | 30 seconden |
| 2) de temperatuur wordt verlaagd en de primers worden toegevoegd | 1 minuut |
| 3) de temperatuur wordt verhoogd tot 72 graden Celsius, tegelijk worden de DNA-polymerases en de nucleotiden toegevoegd. Vanuit de primers worden dan nieuwe DNA-strengen gevormd, de temperatuur mag niet te laag zijn anders trekt het DNA zich terug naar dubbelstrengs. | 30 seconden |

Elke PCR-cyclus duurt ongeveer 2 minuten en wordt vaak 30 tot 4 keer herhaald.

De PCR-methode wordt voor verschillende doeleinden gebruikt, het klonen, analyseren van DNA-monsters, om verwantschap na te gaan en om infectieziekte de ziekteverwekker aan te tonen.

Sequensen

DNA-sequensen, of kortweg **sequensen**, is het vaststellen van nucleotidenvolgorde van een stuk DNA. Voorafgaand aan dit proces wordt het eerst het gewilde stuk DNA miljoenen keren gekopieerd.

{8.2} Transcriptie

Tijdens transcriptie wordt de helft van een DNA-spiraal overgeschreven in de vorm van een molecuul zodat het wel de kern kan verlaten. Dit nieuwgevormde molecuul is een RNA-molecuul wat een opdracht stuurt naar de ribosomen om een specifiek eiwit te synthetiseren. Daarom noemen we dit nieuwgevormde molecuul een **boodschapper-RNA**.

RNA heeft een andere moleculaire structuur dan DNA, het heeft ter vervanging van thymine (T) een uracil U. Deze bindt met de A. Daarnaast bevat RNA een andere suikergroep, ribose in plaats van desoxyribose. Het derde verschil is dat RNA uit één streng nucleotiden, ofwel **enkelstrengs**. Soms kan het lijken dat het dubbelstrengs is maar dat komt door de manier van opvouwen. Dit zie je het meest bij **transport-RNA**, (*tRNA*).

Messenger-RNA

Bij eukaryoten, organismen met in elke cel een celkern, begint de transcriptie in de celkern. Uit DNA wordt dus een mRNA-keten gevormd. Van dubbelstrengs DNA wordt één helft gelezen, de matrijsstreng en één streng wordt niet gelezen en heet de coderende streng. Doormiddel van het enzym **RNA-polymerase** worden de nucleotiden aan elkaar gezet in dezelfde volgorde als de matrijsstreng (de afgelezen streng). Het aflezen gaat van 3'-5' waardoor het schrijven van 5'-3' gaat. Voordat de leesstreng (matrijsstreng) kan worden afgelezen moeten eerst alle waterstofbruggen worden verbroken. Bij de promotor begint de transcriptie en het eindigt met de terminator. Bij de transcriptie zijn er ook andere enzymen aanwezig, dit zijn de **transcriptiefactoren**, zij bepalen of een bepaald gen wel of niet wordt afgelezen, de **genregulatie**.

Introns en exons

De aminozuren zijn genen delen in eukaryoten die niet coderen, de **introns**. De **exons** daarentegen coderen wel. Het mRNA dat bij transcriptie wordt gevormt bevat introns en exons. Dit wordt ook wel het pre-mRNA genoemd. Voordat het de kern verlaat wordt het eerst nog aangepast en worden alle introns afgebroken.

Epigenetica

Epigenetica is een studie van erfelijke veranderingen in de gunfunctie die optreden zonder dat de nucleotidenvolgorde wijzigt (*DNA-sequentie*). Epigenetica speelt waarschijnlijk een rol in mutaties, waardoor het uiterlijk van een organisme er anders uitziet. Elke cel van een meercellig organisme hebben een grote voorraad aan genen, uiteindelijk specialiseren de cellen zich voor één specifieke taak, *differentiatie*.

Tijdens de embryonale ontwikkeling worden de genen aan- of uitgeschakeld, ook wel **genomische afstempeling**. Hierdoor is dus een groot aantal genen geblokkeerd in verschillende cellen.

Epigenetische factoren bepalen de open of gesloten toestand van delen van het genoom en beheersen de aan- of uit stand van genen, drie pijlers die hierop invloed hebben zijn: DNA-methylering, RNA en het nucleosoom.

DNA-methylering: Aan een nucleotide wordt een methylgroep gebonden. Dit wordt bij eukaryoten vaak aan de CG-volgorde gekoppeld. Dit proces vindt vooral plaats tijdens de ontwikkeling en differentiatie van een individu. In dit proces worden dezelfde cellen verschillend gemeentyleerd waardoor dezelfde cellen, met dezelfde genen, verschillende genen actief hebben.

Naast de normale RNA's die betrokken zijn bij eiwitsynthese heb je twee andere soorten, de microRNA's en grote niet coderende RNA's de ncRNA (*not coding RNA*).

Nucleosoom: Een structuur waarin het DNA verpakt is, deze nucleosomen bestaan uit histonen, deze histonen kunnen op verschillende plekken worden toegevoegd of verwijderd door chemische verbindingen zoals acetyl-, methyl-, - en fosfaatgroepen. Hierdoor veranderen de nucleosomen en kunnen ze meer open of meer gesloten worden.

{8.3} De genetische code

De genetische code voor het vormen van eiwitten ligt vast in de volgorde van nucleotiden in het DNA. Eiwitten

Bestaan uit lange ketens van aminozuren, op aarde worden voor alle organismen 20 soorten aminozuren gevormd. Voor elk zuur is er een combinatie van drie nucleotiden achter elkaar, een triplet. Niet alle tripleten hebben als doel het coderen van een aminozuur. Het overgeschreven mRNA bevat dezelfde tripletbouw, alleen voor A heeft het een U. Elk zuur heeft minstens 1 codon.

Deze tabel staat gelukkig ook in BINAS →
Te vinden op BiNaS tabel 71G en 71H

Niet-coderend DNA

Tot niet-coderende DNA wordt onder andere gerekend, promotoren, terminators en transcriptiefactoren. Daarnaast heb je ook nog pseudogenen, ze hebben de structuur van een gen maar geven geen eiwit af. Dit zijn vooral fossiele genen, door evolutie is hun werking overbodig geworden.

ncRNA, ze worden wel overschreven maar coderen niet een eiwit. Deze RNA-soort blijkt veel gen-regulerende functies te hebben. Dit zijn de transfer-RNA en ribosomaal RNA.

In het genoom van de mens kom je vaak herhalingen tegen van korte nucleotidenreeksen. Deze worden microsatellieten genoemd. Ook wel repetitief DNA. Het aantal herhaling in een specifieke plaats wordt aangegeven door middel van locus.

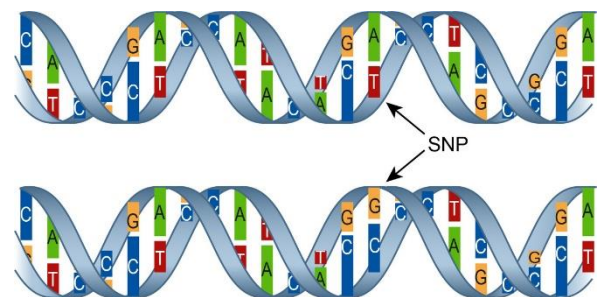
Genetisch onderzoek

Bij genetisch onderzoek wordt veel meer onderzocht dan alleen de voor eiwitten coderende genen, zo kijken we ook naar de microsatellieten, histonen en bepaalde epigenetische kenmerken.

Single nucleotide polymorphism > In DNA kunnen er puntmutaties voorkomen, de basenparen worden dan tijdelijk vervangen door een ander paar, zolang het niet leidt tot grote gevolgen voor het nageslacht, indien het in geslachtscellen plaats vindt, wordt het doorgegeven. Een veranderd basenpaar noemen we daarom SNP.

Halotypes > Voor het onderzoek naar verre voorouders wordt er gebruik gemaakt van **halotypes**. Dit is een combinatie tussen microsatellieten en genen in een chromosoom waartussen vrijwel geen recombinatie optreedt. Dit kan worden bestudeerd en worden teruggeleid naar een eventuele voorouder. Als er een overeenkomst wordt gevonden behoort je tot de **haplogroep**. Voor vrouwen volgen ze mitochondriaal DNA en voor de man het Y-chromosoom.

Aminozuur	Codon in mRNA
Alanine (ala)	GCU GCC GCA GCG
Arginine (arg)	CGU CGC CGA CGG AGA AGG
Asparagine (asn)	AAU AAC
Asparaginezuur (asp)	GAU GAC
Cysteïne (cys)	UGU UGC
Glutamine (gln)	CAA CAG
Glutaminezuur (glu)	GAA GAG
Glycine (gly)	GGU GGC GGA GGG
Histidine (his)	CAU CAC
Isoleucine (ile)	AUU AUC AUA
Leucine (leu)	CUU CUC CUA CUG UUA UUG
Lysine (lys)	AAA AAG
Methionine (met)	AUG
Proline (pro)	CCU CCC CCA CCG
Serine (ser)	UCU UCC UCA UCG AGU AGC
Threonine (thr)	ACU ACC ACA ACG
Tryptofaan (trp)	UGG
Tyrosine (tyr)	UAU UAC
Valine (val)	GUU GUC GUA GUG
Startcodon	AUG
Stopcodons	UAA UAG UGA



{8.4} Translatie: eiwitsynthese door de ribosomen

Nadat het DNA is overgeschreven door mRNA (**Messenger-RNA**), kan de volgende fase beginnen, de eiwitsynthese. Dan is de code van het eiwit succesvol vertaald naar het gewenste eiwit, translatie. Behalve mRNA zijn er voor deze vertaling ook losse aminozuren, ribosomen en tRNA nodig. De transport RNA transporteren de aminozuren naar het ribosoom.

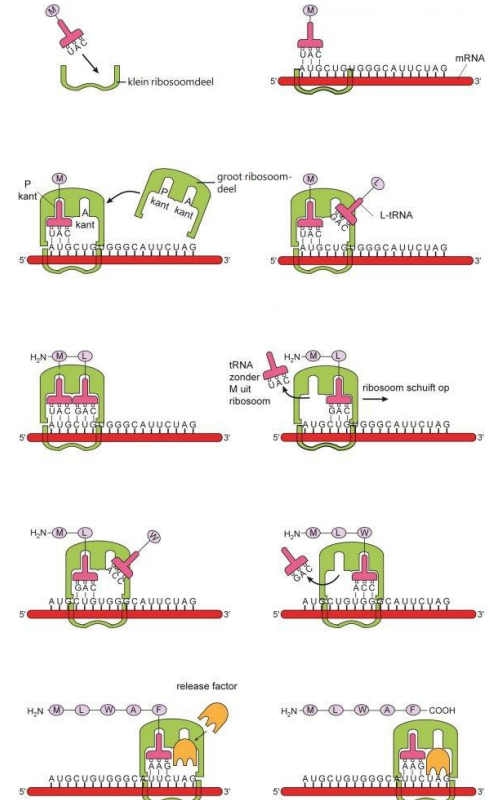
Het anticodon, bestaat uit een triplet van dat bestaat uit enkelstrengs omgewikkeld als dubbelstrengs waardoor het perfect past in het mRNA.

De translatie gaat als volgt.

- 1) De mRNA verlaat de kern via de kernporiën
- 2) Aan de **5'-kant** bindt een klein ribosoomdeel zich aan de startcode van het mRNA.
- 3) Vervolgens hecht het grote ribosoomdeel zich aan het mRNA.
- 4) Het ribosoom schuift nu langs het mRNA in de richting van het volgende codon. Er is dus een afleerrichting richting de **3'-kant**.
- 5) Tegenover het tweede codon komt nu het tRNA met het volgende anticodon te liggen. Dat heeft ook weer zijn aminozuur bij zich.
- 6) Het eerst aminozuur laat Iso van zijn tRNA en wordt aan het tweede aminozuur gebonden. Het vrijgekomen tRNA gaat weer een ander aminozuur ophalen.

tRNA = *transport-RNA*

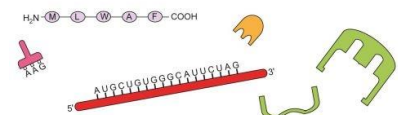
Zo schijft het ribosoom steeds verder totdat het uiteindelijk bij een stopcodon. Hier hoort geen aminozuur waardoor de synthese van het eiwitketen wat afgebroken. Een zogenaamde *release factor* zorgt ervoor dat de ribosoomdelen loslaten van het mRNA en de gevormde eiwitketen; het ribosoom kan aan de vorming van een nieuwe polypeptideketen (*eiwit*) beginnen.



{8.5} Mutaties

Type mutaties (3)

- 1) **Ploïdiemutaties:** Ontstaan door een verschil in het aantal chromosomen in de kern. Dit gebeurt bijvoorbeeld bij het syndroom van Down
- 2) **Chromosomenmutaties:** Dit wordt veroorzaakt door een verschil in de structuur van een chromosoom. Bijvoorbeeld door het verkrijgen, verdubbelen, verliezen, omkeren of verplaatsen van een chromosoomsegment. Verplaatsing hoeft niet meteen gevaarlijk te zijn, want het is nog steeds opgeslagen in de locus. Andere wijzingen zijn wel gevaarlijk.
- 3) **Genmutaties:** Dit wordt veroorzaakt door een verandering in het gen. Bijvoorbeeld door het extra toevoegen van nucleotiden (insertie) of er zijn juist nucleotiden verdwenen (deletie). Als er één base wordt verwijderd noemen we het een puntmutatie.



Het verwisselen van basen kan ook leiden tot de aanmaak van foutieve eiwitten. Mutaties zijn het gevaarlijkst in snel delende cellen. Als een mutatie optreedt in een zygote, zie je in elke cel een mutatie. Dit komt door de deling. Gelukkig zijn niet alle mutaties gevaarlijk, er zijn ook genoeg mutaties die zorgen voor veranderingen aan het fenotype.

8.8} Klassieke veredelingstechnieken

Domesticatie: Het aanpassen van landbouwgewassen en landbouwhuisdieren naar de wensen van de mens. Voorbeelden hiervan zijn bijvoorbeeld de grotere appels, kippen die meer eieren leggen en schapen die meer wol produceren dan de wilde varianten.

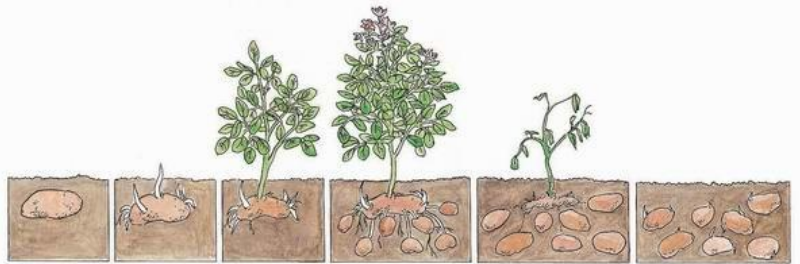
Rassen zijn gedomesticeerde planten of dieren die veel op elkaar lijken *uiterlijk en gedrag*

Landrassen zijn ontstaan door het gen dat bijvoorbeeld hetzelfde haarkleur beïnvloed.

Nadeel van het beïnvloeden van de gewassen is dat boeren ze op grote schaal gaan verbouwen, waardoor een heel gebied door één bacterie kan worden gedood. Optimalisatie is dus niet altijd maximalisatie.

Klonen, Nageslacht ontstaan bij ongeslachtelijke voortplanting door één organisme, hierdoor heeft het nageslacht precies dezelfde genotype als de ouder. Bij veel planten gebeurt dit soms al, ook schimmels en dieren klonen zichzelf, de mens maakt hiervan gebruik voor het vermeerderen van gewassen. Voorbeelden van moderne biotechnieken voor **klonen** zijn: weefselkweek, celfusie, kerntransplantatie of het gebruik van stamcellen.

Vier manieren van kloneren in de plantenwereld zijn: *het vermeerderen met behulp van knollen, of bollen, stekken maken of weefselkweek.*



1 Voorbeeld kloneren (plantenwereld) doormiddel van knollen of bollen

Bollen zijn samengedrongen stengels met dicht op elkaar staande vlezig bladeren, ze groeien ondergronds. Daarnaast worden er nieuwe bollen gevormd die zich afsplitsen en dan op zichzelf weer nieuwe bollen kunnen maken.

Knollen zijn ondergrondse verdikte stengels waarin veel reservevoedsel opgeslagen wordt. Hierdoor kan een knol zich, ook bij verplaatsing, later opnieuw ontwikkelen tot een nieuwe plant. Ook knollen vormen nieuwe knollen als de plant volgroeid is.

Stekken, er wordt een stuk stengel van de moederplant afgenomen en in water of in natte aarde gezet. De stengel vormt dan zelf nieuwe bijwortels, hierdoor kan de stengel zich opnieuw ontwikkelen tot een plant.

Voordelen: *gunstige eigenschappen worden doorgegeven aan volgende generaties, hierdoor hebben alle planten dezelfde eigenschappen.*

Nadelen: *Er ontstaat geen erfelijk variatie binnen het ras, hierdoor zal bij verschil in milieuomstandigheden de hele soort slecht groeien en ontwikkelen. Daarnaast is het hele ras gevoelig voor dezelfde ziekte of plaag. Rassen zijn kwetsbaar en hierdoor leven ze vaak ook niet lang.*

Kunstmatig fokken is het makkelijkst met lagere dieren, zoals eencellige. Voor zoogdieren is het veel moeilijker en duurder dat het niet het geld en de moeite waard is. Hierdoor vindt klonen plaats door het selecteren van gewenste eigenschappen, dit duurt natuurlijk erg lang.

KI kunstmatige inseminatie → Het sperma van een dier, bijvoorbeeld een stier, wordt verzameld en bij duizenden vrouwelijke dieren ingebracht.

Embryotransplantatie → Een vrouwelijk dier die meerdere eicellen per keer laat rijpen, wordt bevrucht waarna de embryo's worden verplant in een draagmoeder.

Nadeel hiervan is dat de genetische diversiteit afneemt, wat grote gevolgen kan hebben. Het is daarom belangrijk dat we diversiteit behouden, dit is ook nodig om de rassen toekomst bestendig te kunnen maken.

8.9} Moderne technieken

Plantenveredeling

Hybriden: Plantenrassen die via kruising van inteeltlijnen zijn ontstaan. Deze hybriden zijn uniform, ze groeien even snel, worden even groot en krijgen even veel vruchten. Hierdoor is het oogsten veel makkelijker.

Deze groeisnelheid en gunstige factoren worden heterosissen genoemd, een nadeel van hybriden zijn dat ze de heterosis niet doorgegeven aan een volgende generatie. Heterosis is ontstaan door ongeslachtelijke voortplanting waardoor recombinatie is opgetreden, hierdoor is de volgende generatie dus niet zeker van dezelfde eigenschappen.

Om te zorgen voor meer diversiteit wordt gebruik gemaakt van mutatie-inductie, hierbij wordt de natuurlijke mutatiefrequentie verhoogd door de cellen en of weefsels te behandelen met mutagene stoffen of mutagene straling. Hierdoor ontstaan veel mutaties, maar vele daarvan zijn niet bruikbaar. Er is selectie nodig om uit deze generatie de bruikbare mutanten te halen.

De belangrijkste stap in een veredelingsprogramma is het selecteren van nakomelingen met de gunstigste eigenschappen. Deze eigenschappen zitten niet altijd in het fenotype waardoor DNA-**markers** handig kunnen zijn. Dit zijn stukjes DNA gekoppeld aan een gewenst gen. Dit kan dan makkelijk gevolgd worden in nakomelingen.

Transgene gewassen: Gewassen waarbij met behulp van recombinant-DNA-technologie veranderingen in het DNA zijn aangebracht.

Weefselcultures is een ander woord voor weefselkweek.

Moleculaire technieken in de fokkerij

In fokkerijen wordt dit gebruikt om de gewenste eigenschappen te verkrijgen, zoals sneller eieren leggen of meer vlees. Hierdoor wordt de opbrengst geoptimaliseerd.

Forensisch onderzoek helpt bij het opsporen van de daders of de oorzaken van een mogelijk misdrijf. Ze maken dan gebruik van het zogenaamde DNA-profiel. Ook wel een DNA-fingerprint.

Elk individu heeft zijn eigen unieke DNA, hierdoor kunnen mensen worden opgespoord als er op plaats delict DNA is gevonden wat niet afkomstig is van het slachtoffer. Dit werd voor het eerst gebruikt voor een onderzoek in 1985.

Door de nieuwe PCR-technieken ook wel polymerase-kettingreactie kan van een haartje een persoon worden opgespoord doordat het DNA van het haartje miljoenen keren wordt vermenigvuldigd.

DNA-databanken

DNA van miljoenen mensen wordt opgeslagen in **DNA-databanken**. Hierdoor is het opsporen van mogelijke daders mogelijk. Het DNA-profiel is bijna onmogelijk na te maken de kans dat er iemand met hetzelfde DNA-profiel rondloopt op aarde is 1 op de 1 miljard. Maar voordat iemands DNA kan worden gecontroleerd moet het eerst grondig worden schoon gemaakt om verontreiniging van monsters tegen te gaan. Natuurlijk biedt DNA niet altijd een uitkomst omdat er met opzet iemands DNA kan zijn achtergelaten.

Biotechnologie

Biotechnologie is het gebruik van organisme of onderdelen van organismen in technische processen. Hierbij worden micro-organismen gebruikt voor het produceren van stoffen

Klassieke biotechnologie wordt gebruikt om kaas, wijn en zuurkool te maken en het laten rijzen van deeg. Hier wordt doormiddel van een natuurlijke manier een bepaald product gemaakt.

Moderne biotechnologie, hierbij wordt een organisme genetisch veranderd zodat het de beste eigenschappen heeft voor een bepaalde functie. Ook wel bekend als genetische modificatie.

Recombinant-DNA-technologie

Doormiddel van gentechnologie is het mogelijk om genen te identificeren, te isoleren en te klonen, hierdoor is het mogelijk om DNA-fragmenten opnieuw te verbinden, ook wel **recombinant-DNA-technologie**, hierbij wordt er gebruik gemaakt van een plakenzym, ligases, plasmiden en een knipenzym restrictie-enzymen.

Plasmiden: zijn kleine ringvormige stukjes DNA die naast het grote ringvormige DNA-molecuul in bacteriën voorkomen. Doormiddel van plasmiden kunnen bacteriën onderling genen met soortgenoten uitwisselen.

Restrictie-enzymen: spelen een rol in de natuurlijke afweer van bacteriën tegen virussen. Ze kunnen DNA openknippen, daarom **knipenzymen**. Deze knipenzymen schakelen een virus uit door het DNA kapot te knippen.

Ligases: zijn enzymen die instaat zijn om kapot DNA opnieuw te verbinden, oftewel te herstellen. Vandaar **plakenzymen**.

Stappenplan recombinant-DNA-techniek

- 1) Een plasmide wordt met behulp van een restrictie-enzymen opengeknipt
- 2) Een stuk DNA met insulinegenen wordt uit het menselijk DNA geknipt en met behulp van ligase in het plasmide geplakt
- 3) De Plasmiden worden opgenomen door bacteriën, deze gaan zich vele malen delen.
- 4) De bacterie is transgeen geworden door genetische modificatie.

Maar om een recombinant stukje DNA te laten werken moeten er ook een promoter en terminator worden ingebouwd. Daarnaast moet het niet-coderend DNA worden verwijderd voordat het kan worden ingevoegd. Daardoor wordt hele proces moeilijker. Want het is maar de vraag of alles goed gaat en het ook daadwerkelijk het gewenste eiwit gaat produceren.

Recombinant-DNA-techniek is voorlopig het best toepasbaar bij bacteriën en gisten, maar is soms ook bij planten mogelijk.

Recombinant-DNA-technologie is ook toe te passen binnen verwante soorten, resulterend in **cisgene organismen**. Zo zijn er schimmels gemaakt die betere en andere penicillines produceren dan de natuurlijke schimmelvariant.

Vector: Dient als drager van het DNA; Dit gebruik je om een geïsoleerd gen over te kunnen brengen naar een ander soortgenoot. Een vector kan een plasmide zijn, een virus, een liposoom of een goudkogeltje. Het hangt af van het doel van de vector welke soort wordt gebruikt.