

# Wat gaan we leren?

## NW 6

- Genetisch materiaal en celdeling
- Van gen tot eiwit
- Mechanica
- Trillingen en golven
- Voortplanting bij de mens
- Genetica
- Gentechnologie
- Evolutie

# T3 Van gen tot eiwit

---

- Genexpressie
- Veranderingen in het erfelijk materiaal



## VOORKENNIS

- De microscopische en functionele bouw van de cel
- De structuur van biomoleculen
- De bouw, structuur en organisatie van DNA

## LEERDOELEN

- De omzetting van DNA in eiwitten begrijpen
- Kenmerken van genexpressie begrijpen
- Uitleggen dat kenmerken ontstaan door genen en omgeving
- Het effect van wijzigingen in het DNA op eiwitten en kenmerken begrijpen

# 1. Genexpressie

p 92

1. DNA als drager van erfelijk materiaal
2. De bouw van DNA en RNA
3. Eiwitsynthese: van DNA naar eiwit

# 1. Genexpressie

## 1.1 DNA als drager van erfelijk materiaal

Genen worden omgezet in eiwitten die leiden tot specifieke kenmerken van een organisme.

- Genotype: de unieke DNA-sequenties
- Fenotype: uitingsvorm van die kenmerken

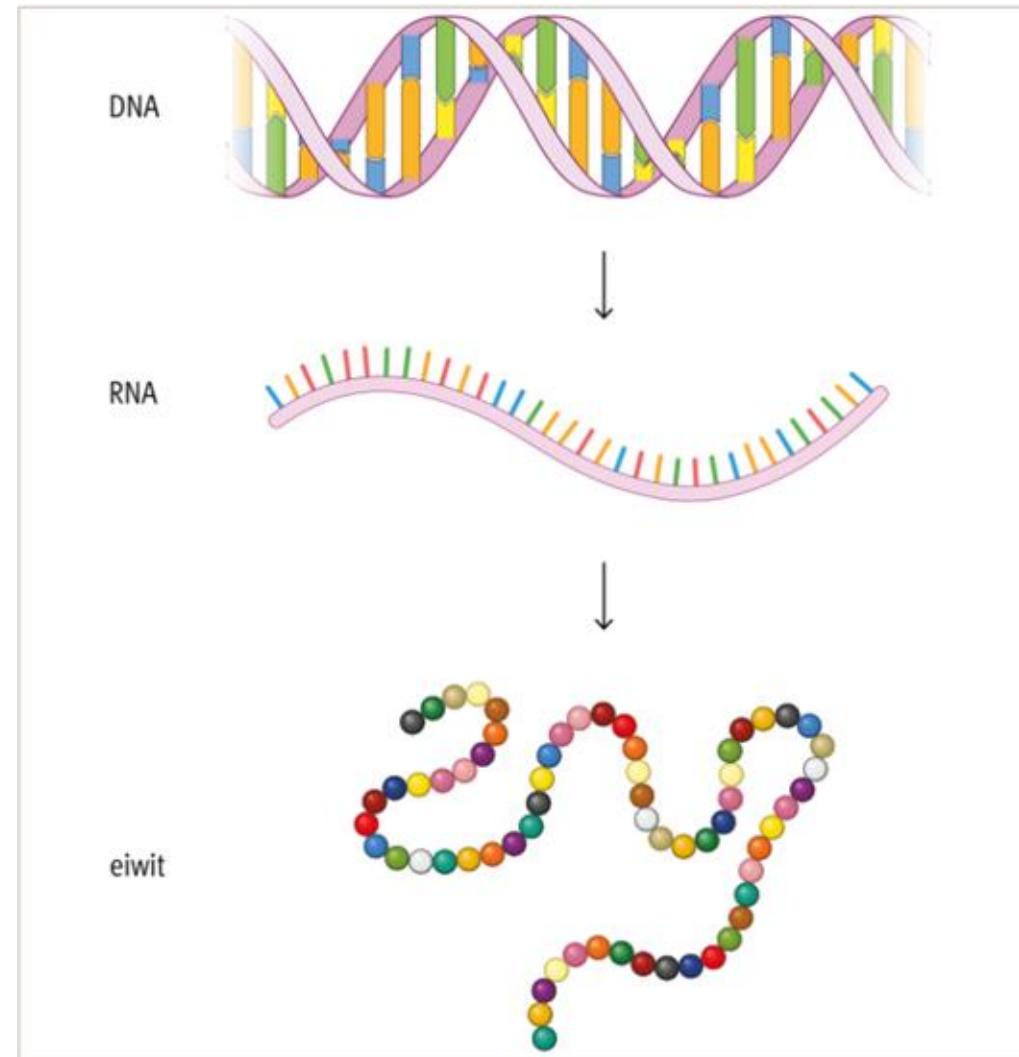
Genen komen tot expressie = vertaling naar eiwitten



# 1. Genexpressie

## 1.1 DNA als drager van erfelijk materiaal

Genexpressie:



# 1. Genexpressie

## 1.1 DNA als drager van erfelijk materiaal

Invloed van de omgevingsfactoren:

### INVLOED VAN OMGEVINGSFACTOREN

De relatie tussen genotype, omgeving en het resulterende fenotype is goed zichtbaar bij verschillende diersoorten. Het uiterlijk van heel wat dieren, zoals de kleur, kan veranderen in functie van specifieke omgevingsfactoren. Zo heeft een hermelijn een bruine zomervacht en een witte wintervacht. Onderzoek heeft aangetoond dat lage temperaturen een effect hebben op genexpressie en tot een ander fenotype leiden. De witte vachtkleur verdwijnt weer bij aanhoudende hogere temperaturen. Die kleurverandering is ook zichtbaar bij andere dieren zoals de poolhaas, poolvos ...

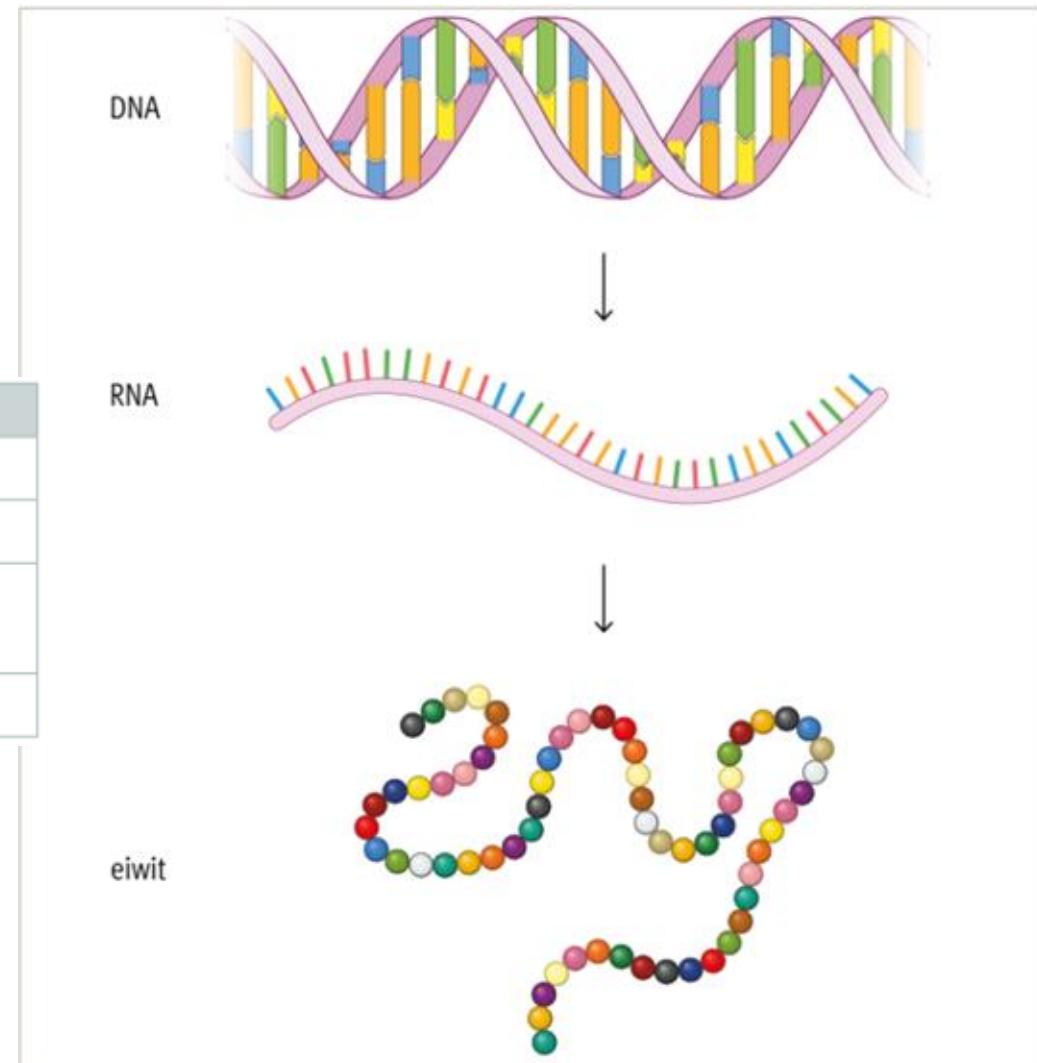


# 1. Genexpressie

## 1.2 De bouw van DNA en RNA

DNA versus RNA?

	DNA	RNA
volledige naam	de(s)oxygenriboonucleïnezuur	ribonucleïnezuur
suiker	de(s)oxygenribose	ribose
basen	adenine ( <b>A</b> ), thymine ( <b>T</b> ) cytosine ( <b>C</b> ), guanine ( <b>G</b> )	adenine ( <b>A</b> ), uracil ( <b>U</b> ) cytosine ( <b>C</b> ), guanine ( <b>G</b> )
aantal strengen	dubbelstrengig	enkelstrenging

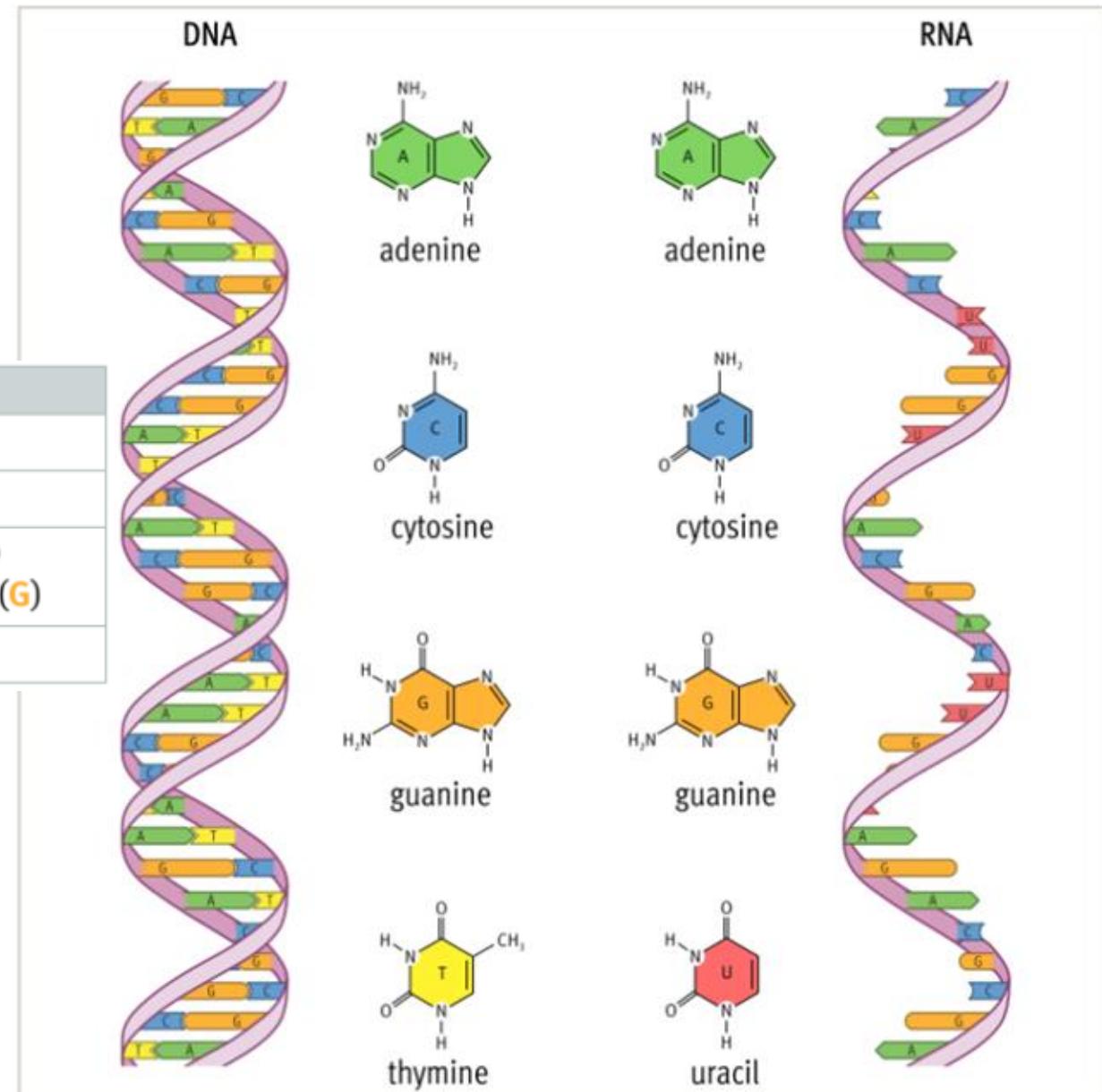


# 1. Genexpressie

## 1.2 De bouw van DNA en RNA

DNA versus RNA?

	DNA	RNA
volledige naam	de(s)oxygenriboonucleïnezuur	ribonucleïnezuur
suiker	de(s)oxygenribose	ribose
basen	adenine ( <b>A</b> ), thymine ( <b>T</b> ) cytosine ( <b>C</b> ), guanine ( <b>G</b> )	adenine ( <b>A</b> ), uracil ( <b>U</b> ) cytosine ( <b>C</b> ), guanine ( <b>G</b> )
aantal strengen	dubbelstrengig	enkelstrenging



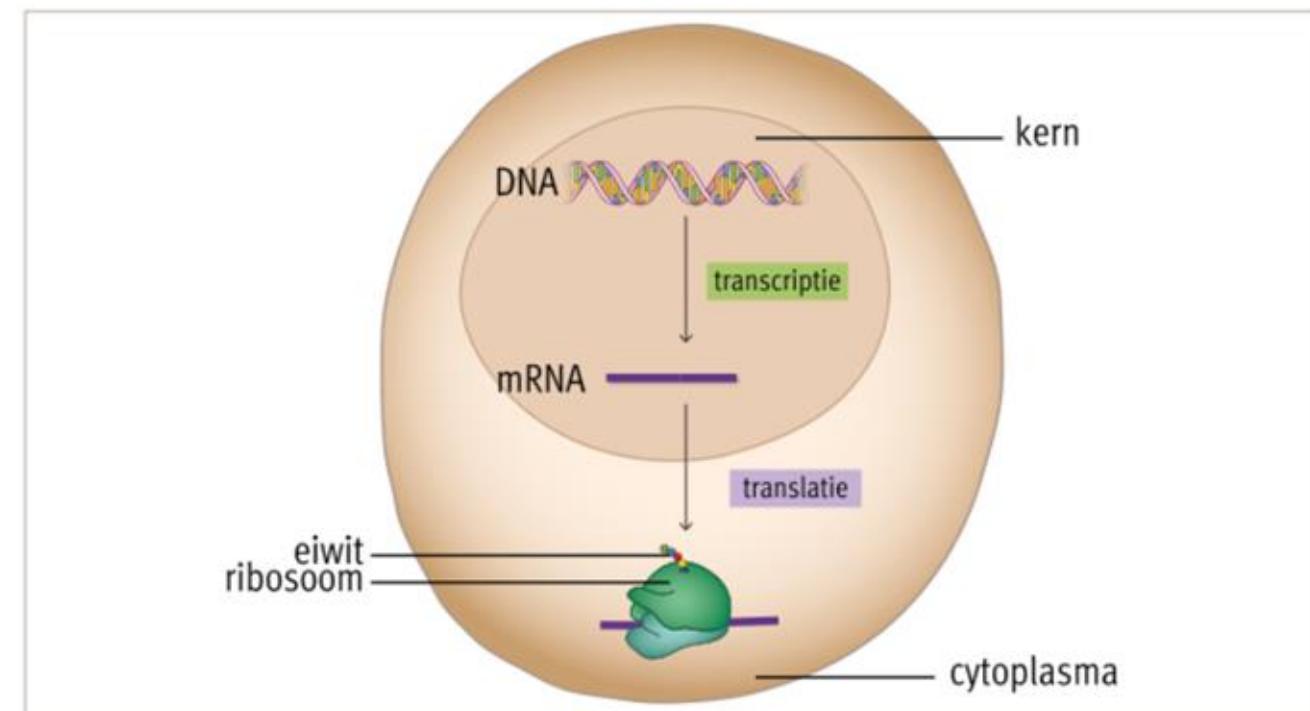
# 1. Genexpressie

p 94

## 1.3 Eiwitsynthese: van DNA naar eiwit

**Eiwitsynthese** = aanmaak van eiwitten door gebruikmaking van de info van een gen

- In meerdere stappen
  - Op meerdere plaatsen in de cel
- 
- A. Transcriptie
  - B. Genetische code
  - C. Translatie

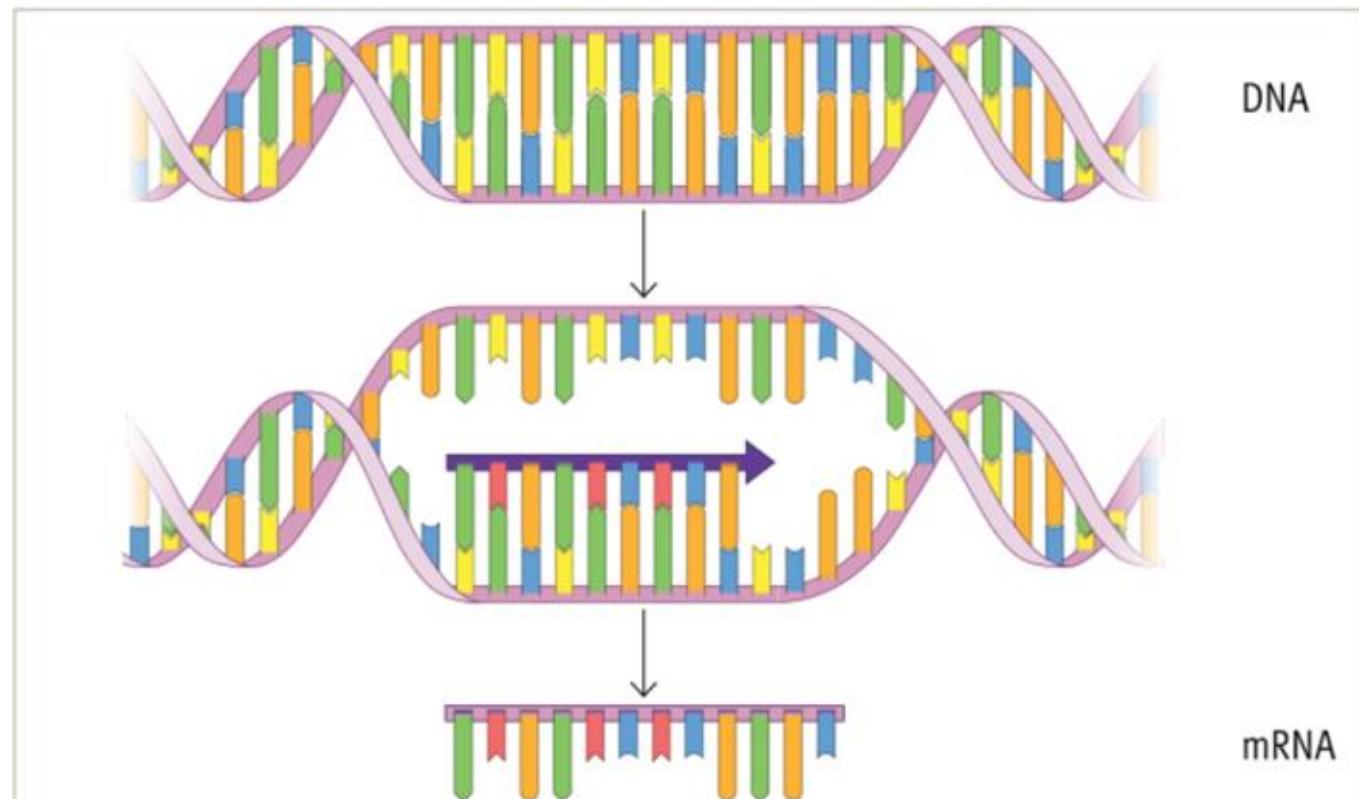


# 1. Genexpressie

## 1.3 Eiwitsynthese: van DNA naar eiwit

### A. Transcriptie

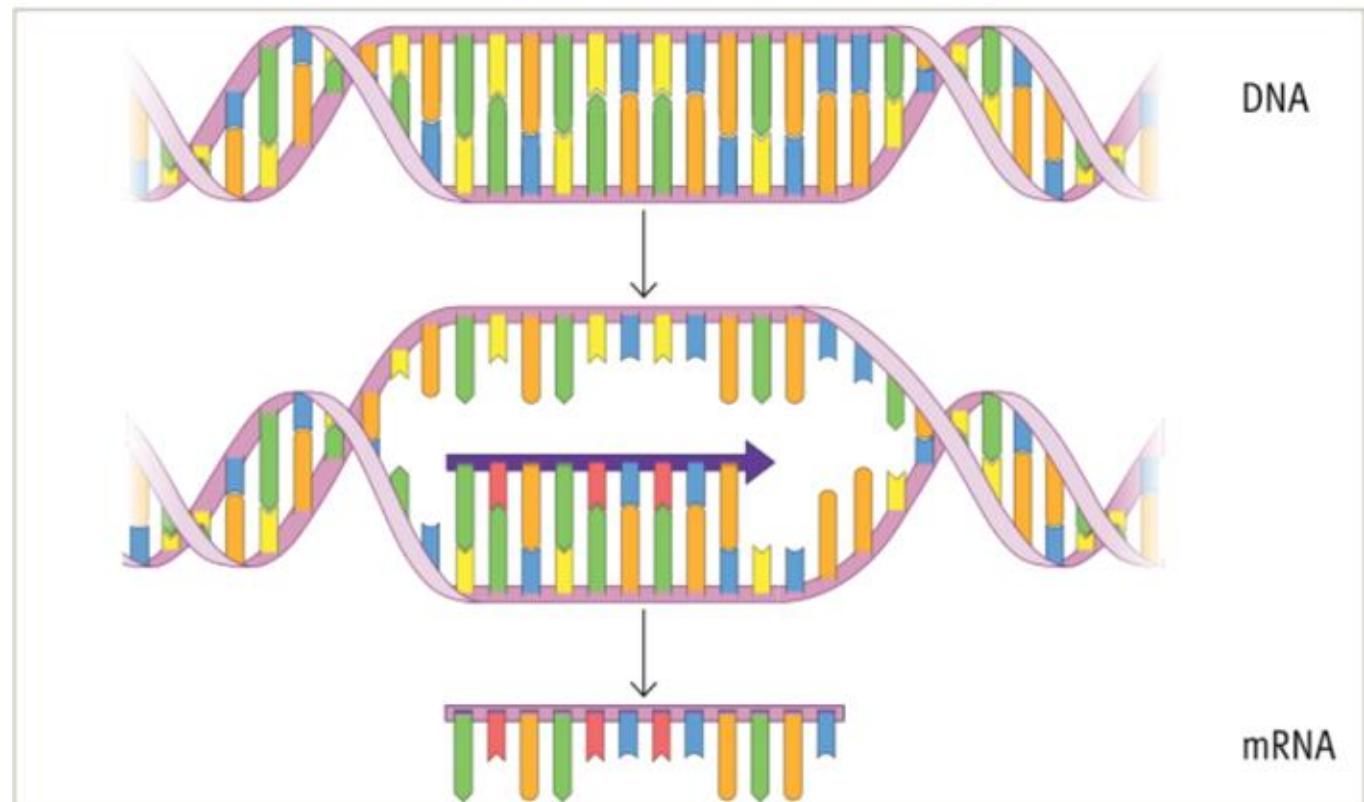
- In de kern
- DNA wordt geopend
- RNA – polymerase: synthetiseert een complementaire RNA-streng
- Resultaat: **mRNA**
- mRNA verlaat de kern en gaat naar cytoplasma



# 1. Genexpressie

## 1.3 Eiwitsynthese: van DNA naar eiwit

[https://www.google.com/search?q=transcription+amoeba+sisters&rlz=1C1GCEA\\_enBE1178BE1178&oq=transcription+amoeba+sisters&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIJCAEQABgNGIAEMqglAhAAGBYYHjIICAMQABgWGB4yCAgEEAAAYFhgeMgoIBRAAGAoYFhgeMgglBhAAGBYYYHjIICAcQABgWGB4yCAgIEAAYFhgeMggICRAAGBYYYHtIBC Dg4OTFqMGoxqAIAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vld=cid:7ad4cb82,vid:oefAI2x2CQM,st:0](https://www.google.com/search?q=transcription+amoeba+sisters&rlz=1C1GCEA_enBE1178BE1178&oq=transcription+amoeba+sisters&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIJCAEQABgNGIAEMqglAhAAGBYYHjIICAMQABgWGB4yCAgEEAAAYFhgeMgoIBRAAGAoYFhgeMgglBhAAGBYYYHjIICAcQABgWGB4yCAgIEAAYFhgeMggICRAAGBYYYHtIBC Dg4OTFqMGoxqAIAsAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vld=cid:7ad4cb82,vid:oefAI2x2CQM,st:0)



# 1. Genexpressie

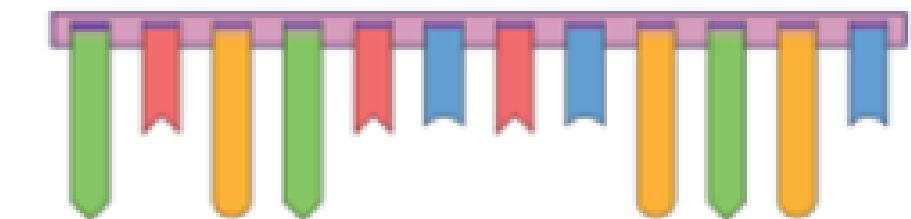
## 1.3 Eiwitsynthese: van DNA naar eiwit

### B. Genetische code

- Eiwitten = aaneengeschakelde aminozuren
- 3 opeenvolgende nucleotiden = **codon**
- Bijvoorbeeld: UGC = Cytosine

#### Codon:

- start/stopcodon
- Elk codon = één aminozuur



		tweede mRNA-base					
		U	C	A	G		
eerste mRNA-base	U	UUU fenyloalanine, Phe UUC UUA UUG	UCU UCC UCA UCG	UAU tyrosine, Tyr UAC UAA STOP UAG	UGU cysteïne, Cys UGC UGA STOP UGG tryptofaan, Trp	U	C
	C	CUU CUC leucine, Leu CUA CUG	CCU CCC CCA CCG	CAU histidine, His CAC CAA glutamine, Gln CAG	CGU CGC CGA CGG	A	G
	A	AUU AUC isoleucine, Ile AUA AUG START methionine, Met	ACU ACC ACA ACG	AAU asparagine, Asn AAC AAA lysine, Lys AAG	AGU serine, Ser AGC AGA AGG	U	C
	G	GUU GUC valine, Val GUA GUG	GCU GCC GCA GCG	GAU asparaginezuur, GAC Asp GAA glutaminezuur, GAG Glu	GGU GGC GGA GGG	A	G

# 1. Genexp

## 1.3 Eiwitsynt

### Genetische code

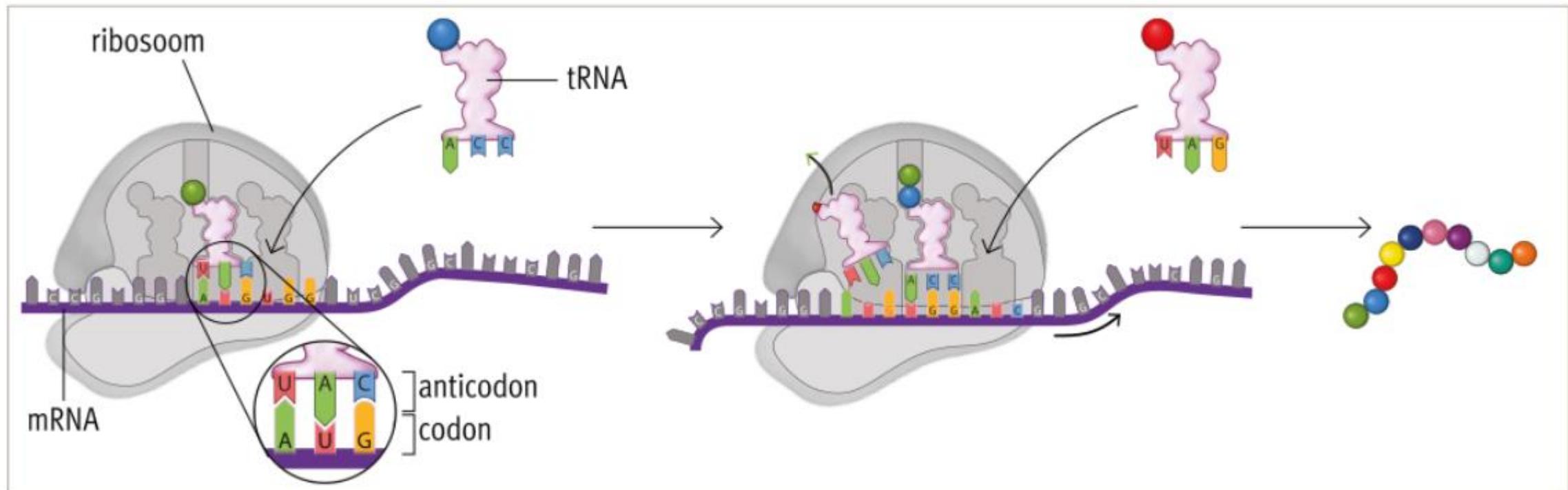
	tweede mRNA-base				
	U	C	A	G	
eerste mRNA-base	UUU UUC UUA UUG	UCU UCC UCA UCG	UAU UAC UAA UAG	UGU UGC UGA UGG	cysteïne, Cys STOP tryptofaan, Trp
C	CUU CUC CUA CUG	CCU CCC CCA CCG	CAU CAC CAA CAG	CGU CGC CGA CGG	histidine, His arginine, Arg
A	AUU AUC AUA AUG	ACU ACC ACA ACG	AAU AAC AAA AAG	AGU AGC AGA AGG	glutamine, Gln serine, Ser lysine, Lys arginine, Arg
G	GUU GUC GUA GUG	GCU GCC GCA GCG	GAU GAC GAA GAG	GGU GGC GGA GGG	asparaginezuur, Asp glutaminezuur, Glu
	fenylalanine, Phe leucine, Leu leucine, Leu methionine, Met	serine, Ser proline, Pro isoleucine, Ile valine, Val	tyrosine, Tyr STOP		glycine, Gly
					U C A G U C A G U C A G U C A G

# 1. Genexpressie

## 1.3 Eiwitsynthese: van DNA naar eiwit

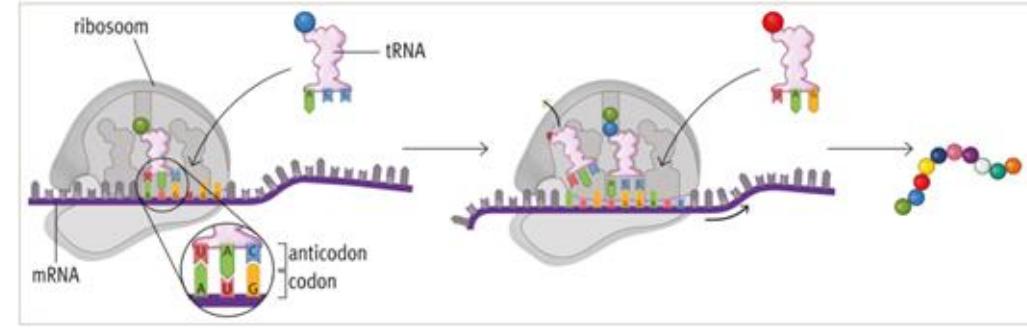
### C. Translatie

In cytoplasma



# 1. Genexpressie

## 1.3 Eiwitsynthese: van DNA naar eiwit



### C. Translatie

- In cytoplasma
- tRNA bindt met zijn **anticodon** aan het codon op mRNA
- Anticodon van tRNA
  - Heeft 3 nucleotiden
  - Verbindt met codon van mRNA
  - Brengt aminozuur naar ribosomen
- Ribosomen: zijn verantwoordelijk voor eiwitsynthese

# 1. Genexpressie

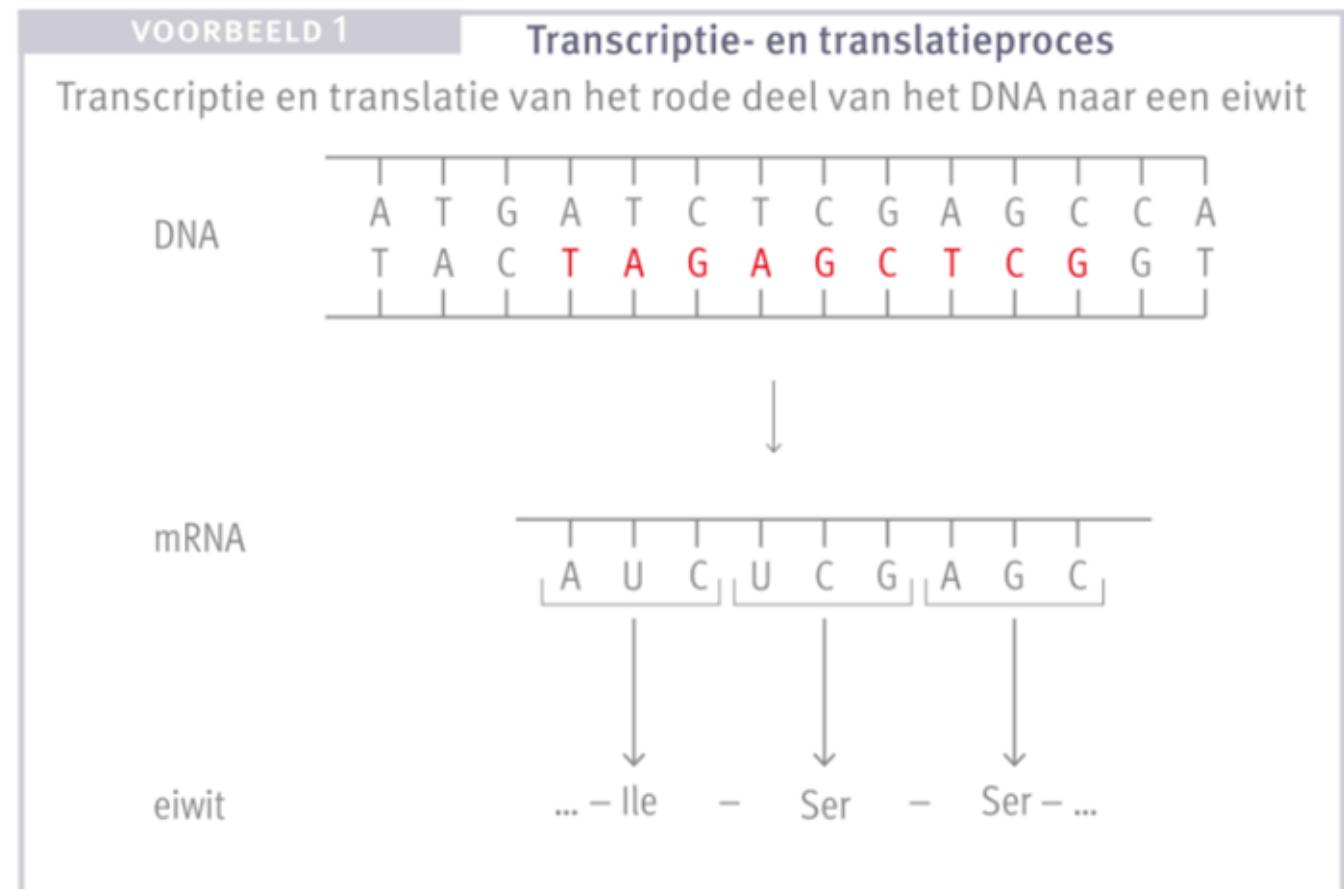
## 1.3 Eiwitsynthese: van DNA naar eiwit

[https://www.google.com/search?q=transcription+amoeba+sister+s&rlz=1C1GCEA\\_enBE1178BE1178&oq=transcription+amoeba+sisters&gs\\_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIJCAEQABgNGIAEMggIAhAAGBYYHjIICAMQABgWGB4yCAGEEAAWFhgeMgoIBRAAGAoYFhgeMggIBhAAGBYYHjIICAcQABgWGB4yCAGIEAYFhgeMggICRAAGBYYHtIBCDg4OTFqMGoxqAIAsAIA&sourc eid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vId=cid:7ad4cb82,vid:oefAI2x2CQM,st:0](https://www.google.com/search?q=transcription+amoeba+sister+s&rlz=1C1GCEA_enBE1178BE1178&oq=transcription+amoeba+sisters&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUyBggAEEUYOTIJCAEQABgNGIAEMggIAhAAGBYYHjIICAMQABgWGB4yCAGEEAAWFhgeMgoIBRAAGAoYFhgeMggIBhAAGBYYHjIICAcQABgWGB4yCAGIEAYFhgeMggICRAAGBYYHtIBCDg4OTFqMGoxqAIAsAIA&sourc eid=chrome&ie=UTF-8#fpstate=ive&vId=cid:7ad4cb82,vid:oefAI2x2CQM,st:0)

# 1. Genexpressie

## 1.3 Eiwitsynthese: van DNA naar eiwit

<https://schooltv.nl/video-item/de-eiwitsynthese-hoe-worden-verschillende-typen-eiwitten-gevormd>



# 1. Genexpressie

## 1.3 Eiwitsynthese: van DNA naar eiwit

<https://schooltv.nl/video-item/de-eiwitsynthese-hoe-worden-verschillende-typen-eiwitten-gevormd>

Stap voor stap:

transcriptie:

[https://www.bioplek.org/animaties/moleculaire\\_genetica/transcriptiex.html](https://www.bioplek.org/animaties/moleculaire_genetica/transcriptiex.html)

Genetische code:

[https://www.bioplek.org/animaties/moleculaire\\_genetica/gencodex.html](https://www.bioplek.org/animaties/moleculaire_genetica/gencodex.html)

Translatie:

[https://www.bioplek.org/animaties/moleculaire\\_genetica/sheet\\_translatie.html](https://www.bioplek.org/animaties/moleculaire_genetica/sheet_translatie.html)

# 1. Genexpressie

VERWERKING

1 - 6

p 106

TEST JEZELF

1 - 6

p 110

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

97

p

Ontwikkeling van een individu: nature en nurture

**Nature:** aangeboren eigenschappen en genetische factoren

**Nurture:** omgevingsfactoren waaraan een individu wordt blootgesteld



3.9 Zelfs met de beste sportieve genen word je geen kampioen zonder de nodige lessen en intensieve training.

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal p 97

1. Omkeerbare veranderingen in het genetische materiaal
2. Mutaties
3. Oorzaken van mutaties

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.1 Omkeerbare veranderingen in het genetische materiaal

**Modificaties:** identiek genotype, maar variaties in het fenotype die het resultaat zijn van omgevingsfactoren

- Omkeerbaar: makkelijk of heel traag
- Overerfbaar:
  - Niet
  - Indien wel: epigenetische modificaties



3.10 Flamingo's krijgen een roze kleur door het hoge gehalte aan carotenoïden in hun voedsel (garnalen en plankton).



3.11 Bomen groeien richting het licht om hun bladeren bloot te stellen aan voldoende zonlicht om aan fotosynthese te kunnen doen.



3.12 Als je te veel bétacaroteen binnenkrijgt, kan je huid verkleuren.

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.1 Omkeerbare veranderingen in het genetische materiaal

**Modificaties:** identiek genotype, maar variaties in het fenotype die het resultaat zijn van omgevingsfactoren

- Omkeerbaar: makkelijk of heel traag

- Overerfbaar:

- Niet
- Indien wel: epigenetisch

#### PROEF VAN BONNIER

Een van de eersten die het effect van de omgeving op de ontwikkeling van een individu bestudeerde, was de Franse plantkundige Gaston Bonnier. Voor zijn onderzoek sneed hij een paardenbloem in tweeën om twee genetisch identieke planten te bekomen. Eén deel werd in het Alpengebergte geplaatst. Het andere deel werd geplant in zijn botanische onderzoekstuin op de vlakte van Fontainebleau bij Parijs.

Nadat de planten zich aangepast hadden aan hun omgeving, bleek het fenotype te verschillen. De plant op de vlakte vertoonde beperkte wortelgroei, dunne bladeren die hoog opgeschoten waren en lange bloemstengels. De plant in de Alpen had sterk ontwikkelde wortels, dikke bladeren die laag bij de grond groeiden en korte bloemstengels. Aangezien beide planten genetisch identiek waren, waren de aanpassingen het gevolg van de verschillende omgeving. Wanneer de planten verwisseld werden van groeiplaats, veranderden de fenotypes na verloop van tijd mee.



## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.1 Omkeerbare veranderingen in het genetische materiaal

#### Epigenetica:

Veranderingen in genexpressie zonder wijzigingen in DNA

Als reactie op omgevingsinvloeden (voeding, stress, chemicaliën, levensstijl)

Wél overerbaar

Oppervlak van DNA = beïnvloedt genexpressie

- Sterk gecondenseerd = moeilijk toegankelijk
- Minder gecondenseerd = makkelijker toegankelijk



## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.1 Omkeerbare veranderingen in het genetische materiaal

Epigenetica:

Veranderingen in

Als reactie op omgevingsfactoren

Wél overerbaar



#### HONGERWINTER

In Nederland was de oorlogswinter van 1944 een hongerwinter. Kinderen van moeders die tijdens hun zwangerschap honger leden, ontwikkelden vaker diabetes of obesitas. Wetenschappers vermoeden dat de toegankelijkheid van genen die een rol spelen in het opslaan en verbruiken van energie, werd gewijzigd terwijl een baby zich in de baarmoeder ontwikkelde. Dat kon later, zelfs wanneer er genoeg voedsel was, leiden tot stofwisselingsproblemen.

Opvouwing van DNA:

- Sterk gecondenseerd
- Minder gecondenseerd



#### GEVOELIGHEID VOOR VERSLAVING

Recent onderzoek toont aan dat gevoeligheid voor verslaving kan worden doorgegeven aan volgende generaties. Zo zijn kinderen van ouders met een suikerverslaving verlekkerder op suiker dan andere kinderen. Mogelijk houdt dat verband met epigenetische effecten bij genen die een rol spelen in de beloningscircuits in de hersenen. Wetenschappers vrezen dat toekomstige generaties het daardoor nog moeilijker zullen hebben om gematigd om te gaan met bewerkte en suikerrijke voedingsmiddelen.

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.2 Mutaties

Niet-omkeerbare verandering in DNA

Erfelijk

Neemt toe met de ouderdom

Effecten:

- Niet merkbaar
- Onschadelijke variaties
- Erfelijke ziekten
- Ontwikkelingsproblemen
- Kanker

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.2 Mutaties

Spontane mutaties:

- Tijdens DNA-replicatie

Oorzaken van geïnduceerde mutaties:

- **Chemisch:** asbest, alcohol, sigarettenrook
- **Fysisch:** UV-, röntgen- en gammastraling
- **Biologisch:** virussen, bacteriën, schimmels



Mutaties in de voortplantingscellen: erfelijk

Mutaties in lichaamscellen: niet erfelijk, wel invloed op organisme

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.2 Mutaties

Varieties:

- Genmutaties
- Chromosoommutaties
- Genoommutaties

#### HEMOFILIE A

Factor VIII is een essentiële proteïne voor een normale bloedstolling. Een gekende mutatie bij mensen met hemofylie A is een **inversie** in het gen. Daardoor ontstaat een tekort aan of zelfs een afwezigheid van factor VIII, wat resulteert in een vertraagd of verstoord bloedstollingsproces.



## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

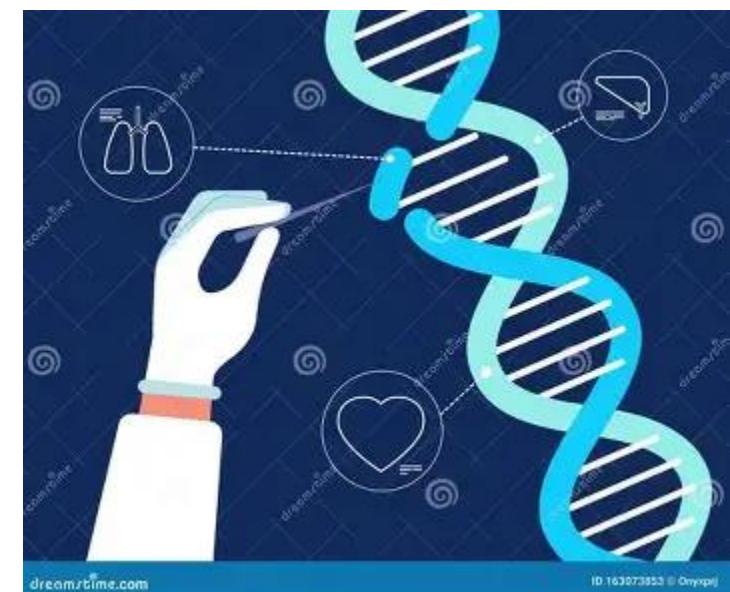
### 2.2 Mutaties

Genmutaties:

- verandering van één of meer nucleotiden
- Meestal maar één gen geaffecteerd = één eiwit
- Één nucleotide die wijzigt = puntmutatie

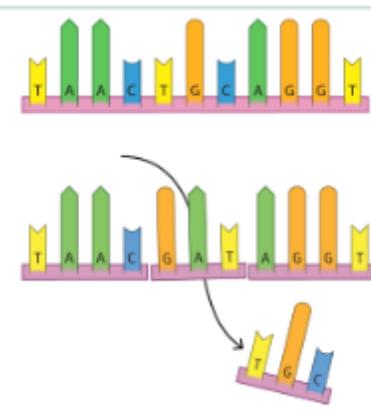
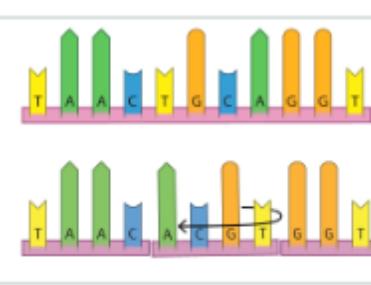
Variaties:

- Substitutie
- Inversie
- Insertie
- Deletie



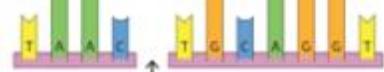
## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.2 Mutaties

<p>originele sequentie</p>  <p>substitutie</p>	<p><b>SUBSTITUTIE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Eén of meer nucleotiden worden <b>vervangen</b> door eenzelfde aantal andere nucleotiden.</li><li>Daardoor kan een eiwit worden gevormd met één of meer andere aminozuren dan in het originele eiwit.</li></ul>
<p>originele sequentie</p>  <p>inversie</p>	<p><b>INVERSIE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Twee of meer nucleotiden worden <b>omgedraaid</b>.</li><li>Daardoor kan een eiwit worden gevormd met één of meer andere aminozuren dan in het originele eiwit.</li></ul>

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.2 Mutaties

<p>originele sequentie</p>  <p>insertie</p> 	<p><b>INSERTIE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Eén of meer nucleotiden worden <b>toegevoegd</b>.</li><li>Het effect op de verandering van het gevormde eiwit is afhankelijk van het aantal toegevoegde nucleotiden.</li><li>Bij een insertie van drie nucleotiden wordt een extra aminozuur toegevoegd aan het eiwit.</li><li>Als het aantal toegevoegde nucleotiden geen veelvoud van drie is, verandert de code van het gen vanaf de plaats van de insertie.</li></ul>
<p>originele sequentie</p>  <p>deletie</p> 	<p><b>DELETIE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Eén of meer nucleotiden worden <b>verwijderd</b>.</li><li>Het effect op de verandering van het gevormde eiwit is afhankelijk van het aantal verwijderde nucleotiden.</li><li>Bij een deletie van drie nucleotiden heeft het gevormde eiwit een aminozuur minder.</li><li>Als het aantal verwijderde nucleotiden geen veelvoud van drie is, verandert de code van het gen vanaf de plaats van de deletie.</li></ul>

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.2 Mutaties

Een gen als een zin wat een mop

Geen mutatie, originele boodschap van het gen

Een g<sup>n</sup> als een zin wat een mop  
e

Verwijdering één nucleotide op DNA of RNA  
(Deletie)

Een gna lse enz inw ate enm op

Nonsense

Een gen als een zin wat een mop  
e

Invoeging van één nucleotide op DNA of RNA  
(Insertie)

Een gen als eee nzi nwa tee nmo

Nonsense

Een gen als een zin wat een mop  
een

Invoeging van drie nucleotide op DNA of RNA  
(Insertie)

Een gen als zin wat een mop

Missense

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.2 Mutaties

Puntnutatie:

Kan ernstige gevolgen hebben

VOORBEELD 2		Puntnutatie		
	GEEN MUTATIE	NIEUW CODON NA PUNTMUTATIE		
DNA	ACA	ACG	ATA	ACT
mRNA	UGU	UGC	UAU	UGA
AZ	Cys	Cys	Tyr	STOP

#### SIKKELCELANEMIE

Bij sikkelcelanemie veroorzaakt een **puntnutatie** een afwijkende vorm van hemoglobine, een eiwit in je bloed dat zuurstofgas van je longen naar de rest van je lichaam vervoert. Dat leidt tot abnormaal gevormde rode bloedcellen of sikkelcellen. Die bewegen minder makkelijk door de bloedvaten en hebben de neiging om samen te klonteren. Die klonters hinderen de bloedstroom en kunnen infecties, pijn en orgaanschade veroorzaken. Er kan ook bloedarmoede optreden, doordat er geen optimaal zuurstoftransport in het bloed is.

Mensen bij wie een deel van de rode bloedcellen een sikkelvorm heeft, zijn minder gevoelig aan malaria-infecties.

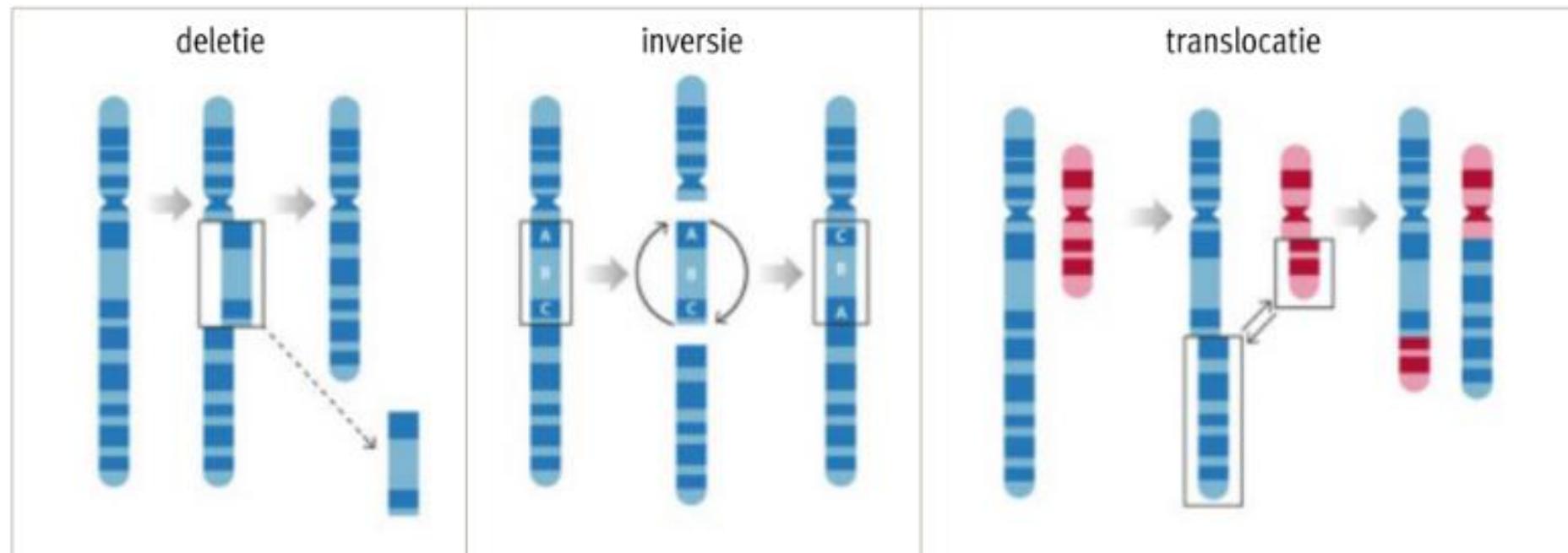


## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.2 Mutaties

#### Chromosoommutaties

- Verandering van een deel van het chromosoom
- Deletie
- Inversie
- Translocatie

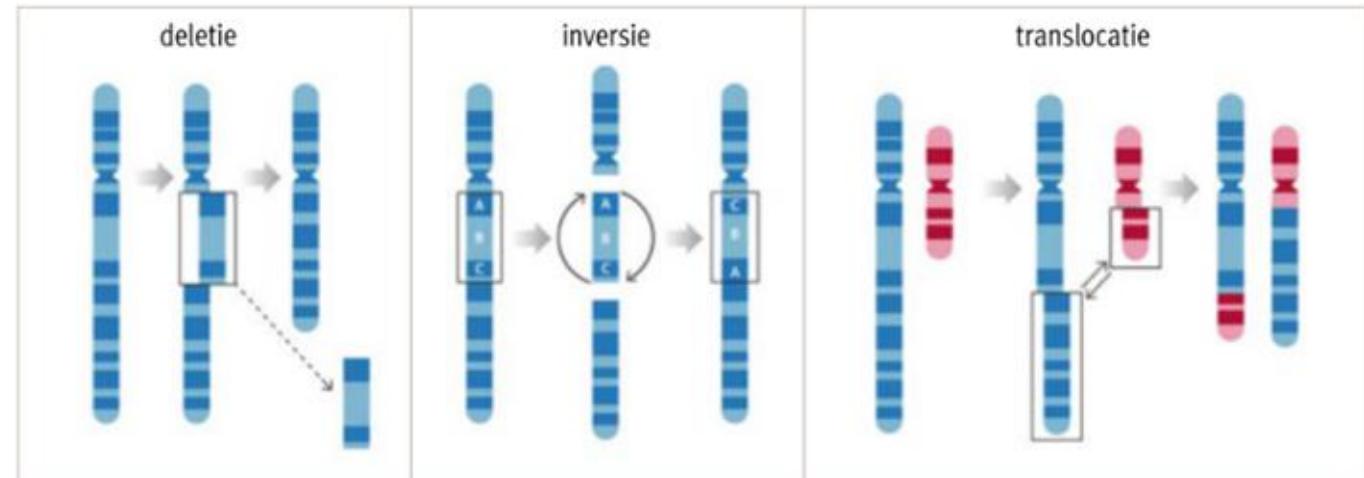


## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.2 Mutaties

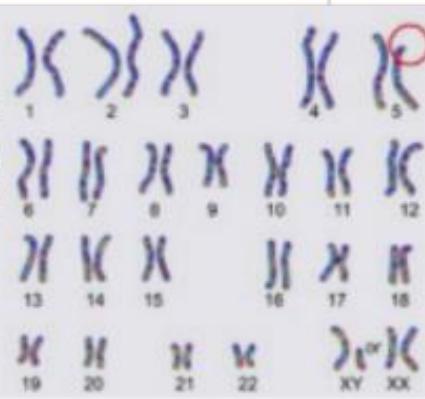
#### Chromosoommutaties

- Verandering van een deel van het chromosoom
- Deletie
- Inversie
- Translocatie



#### CRI-DU-CHAT-SYNDROOM

Het cri-du-chat-syndroom is een genetische aandoening die wordt veroorzaakt door een **deletie** van een deel van chromosoom 5. De naam ‘cri-du-chat’ komt van het karakteristieke gehuil van baby’s met dat syndroom, dat lijkt op het miauwen van een kat.



## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.2 Mutaties

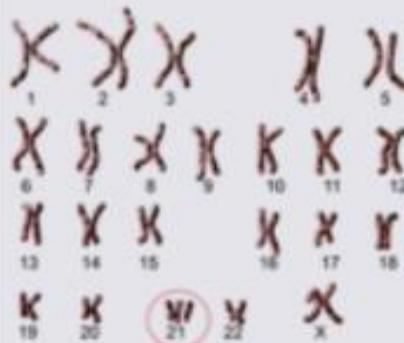
#### Genoommutaties

- wijziging aantal chromosomen
- Vaak ernstige gevolgen
- Meestal niet levensvatbaar



#### POLYPLOÏDE LANDBOUWGEWASSEN

Polyploïdie treedt op wanneer per chromosoom meer dan twee versies aanwezig zijn in een cel en komt vooral voor bij planten met triploïde ( $3n$ ), tetraploïde ( $4n$ ) of hogere ploidieniveaus. Polyploïdie kan leiden tot veranderingen van kenmerken, zoals grotere cellen en bloemen. Voorbeelden van polyploïde gewassen zijn aardappel, tarwe, katoen, koffie, suikerriet, aardbei ...



#### SYNDROOM VAN DOWN

Het syndroom van Down of trisomie-21, waarbij personen een extra exemplaar van chromosoom 21 bezitten, is een voorbeeld van een genoommutatie die door de NIP-test kan worden aangetoond. Het risico op een kind met het syndroom van Down stijgt met de leeftijd van de ouders.

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.3 Oorzaken van mutaties

Oorzaken van geïnduceerde mutaties:

- A Chemische factoren
- B Fysische factoren
- C Biologische factoren

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.3 Oorzaken van mutaties

#### A Chemische factoren

Mutagene stof

Leidt mogelijk tot kanker = carcinogene stof

Voorbeelden:

- Asbest
- PAK's of polyaromatische koolwaterstoffen
- Alcohol en vooral de afbraakproducten, geproduceerd door het lichaam
- Teer, nicotine, ammoniak uit sigaretten en vapes
- ...

## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.3 Oorzaken van mutaties

#### A Chemische factoren

##### Mutagene stof

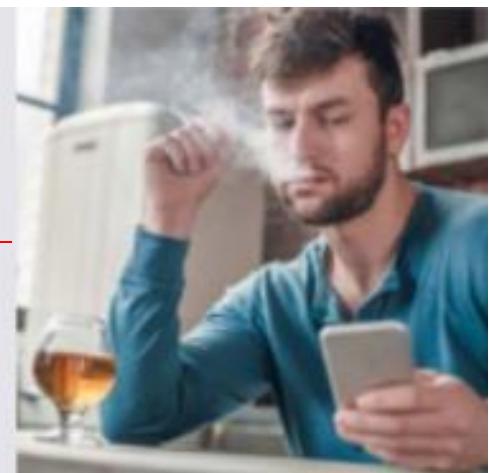
Leidt mogelijk tot kanker = carcinogene stof

##### Voorbeelden:

- Asbest
- PAK's of poly
- Alcohol en vo
- Teer, nicotine
- ...

##### ALCOHOL EN ROKEN

**Acetaldehyde** is een molecule die voorkomt in sigarettenrook, maar ook in de lever wordt gevormd na afbraak van alcohol. Het is een mutagene stof die celstructuren en DNA beschadigt. Verder kan acetaldehyde DNA-klonters vormen door zich tussen beide DNA-strengen te voegen en die te binden. Daardoor wordt het DNA-replicatieproces ernstig verstoord. Dat kan leiden tot mutaties, celbeschadiging en uiteindelijk tot verschillende gezondheidsproblemen, waaronder kanker.



## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.3 Oorzaken van mutaties

#### B Fysische factoren

Straling: UV-, röntgen-, gammastraling

##### GEMUTEERDE VLINDERS

Na de kernramp in Fukushima in 2011 vonden wetenschappers gemuteerde vlinders met afwijkingen in hun vleugels en antennes. Het verband tussen de radioactieve straling en de mutaties werd bevestigd door laboproeven.



## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

### 2.3 Oorzaken van mutaties

#### C Biologische factoren

HPV = **virus** dat baarmoederhals kan infecteren

Helicobacter pylori = **bacterie** dat slijmvlies van maagwand kan infecteren

Aspergus flavus = **schimmel** op pinda's, maïs...

#### EPSTEIN-BARR-VIRUS

Het Epstein-Barr-virus (EBV) behoort tot de familie van de herpesvirussen. Na infectie blijft het levenslang in het lichaam, maar het immuunsysteem kan dat virus normaal onder controle houden. EBV veroorzaakt klierkoorts, maar speelt ook een rol bij de ontwikkeling van meerdere zeldzame soorten kanker.



## 2. Veranderingen in het erfelijk materiaal

VERWERKING

7 - 14

p 106-107

TEST JEZELF

7 - 9

p 110-111

## Juist/ fout

Transcriptie vindt plaats in het cytoplasma.

Een codon bestaat uit drie nucleotiden.

Modificaties zijn erfelijk.

UV-straling kan mutaties veroorzaken.

## Juist/ fout

Transcriptie vindt plaats in het cytoplasma.

-> Fout: kern

Een codon bestaat uit drie nucleotiden.

-> Juist

Modificaties zijn erfelijk.

-> Fout: niet erfelijk

UV-straling kan mutaties veroorzaken.

-> Juist