

MUSEUM VOOR NATUURWETENSCHAPPEN

www.natuurwetenschappen.be

FOCUS ON GENES

HET MUSEUM DECODEERT
DE GENETICA



van 7 november 2001 tot 5 mei 2002

Didactisch dossier

© 2001
Educatieve Denst

VOORWOORD

Er zijn weinig wetenschappelijke disciplines die in een minimum van tijd zo'n impact hebben op ons dagelijks leven als de nieuwe technologische ontwikkelingen in de moleculaire biologie.

De toepassingen van de gentechnologie laten niemand onberoerd. De resultaten bevinden zich op ons bord, in de apotheek, bij de boer of in onze beleggingsfondsen. Ze scheppen verwachtingen maar jagen tegelijk ook angst aan. Voor de voorstanders betekenen ze een hoopvolle oplossing van hardnekkige problemen in de geneeskunde, landbouw, milieu en voedingsindustrie. Tegenstanders vrezen onbeheersbare gevolgen voor mens, milieu en maatschappij. En dan zijn er nog de ethische aspecten als het gaat over experimenteren met leven. Een controversieel debat over wat kan en niet kan is op gang gekomen.

Het informeren van het publiek over de stand van zaken in de gentechnologie en haar toepassingen behoort tot de taken van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen. Deze moeilijke materie wordt in de **tentoonstelling 'Focus on genes'** zo aanschouwelijk en zo aangenaam mogelijk toegankelijk gemaakt. Daarbij worden de wetenschappelijke gegevens en de pro en contra's naast elkaar geplaatst. De tentoonstelling werd gerealiseerd door het Deutsches Hygiene-Museum van Dresden in samenwerking met talrijke andere Europese Wetenschappelijke Instituten.

In ons '**wetenschapscafé**' kan u daarenboven boeken, brochures en artikels raadplegen met standpunten van verschillende organisaties, openbare of privé, Belgische of internationale..

De maatschappelijke discussie over genetische manipulatie wordt in het kader van deze tentoonstelling gestimuleerd door het organiseren van **leerlingendebatten**. Daarop zijn experts en woordvoerders van alle strekkingen uitgenodigd aan wie de leerlingen hun vragen kunnen voorleggen. De verslagen van deze debatten zullen op de website verschijnen.

Praktische informatie

Voor deze tijdelijke tentoonstelling wordt geen meerprijs gevraagd. De toegang is inbegrepen in de gewone toegangsprijs tot de permanente tentoonstellingen. Wil men een geleid bezoek met een gids, dan wordt de gewone prijs voor een rondleiding aangerekend.

Tarieven

Toegang (tentoonstelling Focus on genes + permanente collectie)

Individuele bezoekers: Volwassenen 4 • (160 BEF) – 6-17 jaar, studenten, senioren, vrienden van het KBIN, CJP: 3 • (120 BEF); leerkrachten en ICOM-leden gratis;

Groepen: Volwassenen 3 • (120 BEF) – Jongeren (2 – 25 jaar) 1,5 • (60 BEF)

Rondleiding:

Scholen en jongeren: 35 • (1410 BEF)

Volwassenen: 62 • (2500 BEF) op weekdays, 75 • (3025 BEF) tijdens weekends

Deelname debat (eenheidstarief): 3• (debat, tentoonstelling + permanente tentoonstelling)

Elke eerste woensdag van de maand vanaf 13 uur gratis

Reservering verplicht voor groepen: 02 627 42 52

Website

Alle informatie over deze tentoonstelling, alsook dit didactisch dossier en informatie over de permanente tentoonstelling staan uitvoerig op onze website onder de rubriek 'museum'.

Info dag en nacht : 02 627 42 38

Website : www.natuurwetenschappen.be

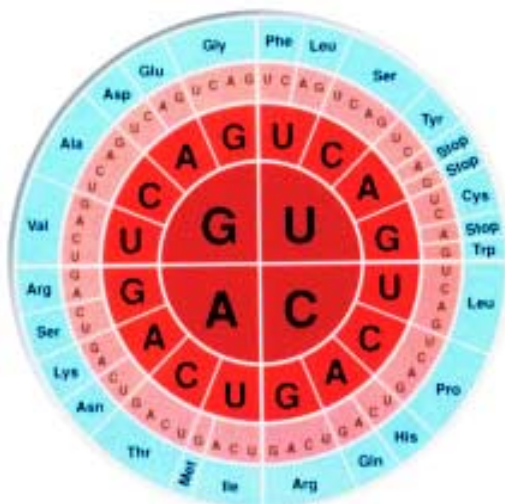
FOCUS ON GENES

Overzicht tentoonstelling

De tentoonstelling begint met een aantal visies op gentechnologie en de zoektocht naar de mechanismen van de erfelijkheid, gaande van de klassieke erfelijkheidsleer tot de huidige moleculaire biologie, om dan te focussen op gentechnieken. De bezoeker ziet hoe de sleutel tot het leven ligt in het erfelijk materiaal van een cel, meer bepaald in het DNA.

Men krijgt een beeld van de technieken en apparaten die onderzoekers in een labo voor gentechnologie gebruiken zoals werken met knip- en plakenzymen, het genkanon, gelelektroforese, PCR en DNA-vingerafdrucken.

Nadien komen de pro en contra's van de toepassingen van de gentechnologie in de geneeskunde (xenotransplantatie, gentherapieën, via gentechnieken vervaardigde vaccins), in de landbouw (transgene gewassen) en de voedingsindustrie (antirot-tomaat, vetarme friet, 'gouden' rijst) uitvoerig aan bod. De perspectieven die genanalyses (ziekte van Huntington, borstkanker) bieden en de risico's en mogelijkheden van weefsel-engineering vormen een laatste deel.



1. Visies op gentechnologie



doel

De inleiding speelt in op de hoop en de angsten van de bezoeker. De nieuwe technologische ontwikkelingen in de moleculaire biologie laten niemand onberoerd. Ze scheppen verwachtingen en jagen tegelijk ook angst aan. Voor de voorstanders betekenen ze de hoopvolle oplossing van hardnekkige problemen in geneeskunde, landbouw en milieu. Tegenstanders vrezen onbeheersbare gevolgen voor mens, milieu en maatschappij.

inhoud

In de inleiding van de tentoonstelling zien we Frankensteins laboratorium, een "proefbuisbabykweek" uit Huxleys heerlijke nieuwe wereld en de mythische Golem: deze dromen werden echter nog geen werkelijkheid. Een ideale mens ontwerpen behoort nog steeds tot het rijk der fantasie. Daartegenover krijgen we een beeld van producten ontstaan door

genetische engineering: gemanipuleerde tomaten, maïs, vaccins, transgene varkens en het schaap Dolly én diverse visies op gentechnologie.



thema's

- wat is een gen? visies vanuit verschillende disciplines
- wat is gentechniek?
- sciencefiction verhalen: Frankenstein, Huxley en Golem-sagen

blikvangers

genetisch gemanipuleerde producten en organismen

2. De zoektocht naar de mechanismen van de erfelijkheid

doel

Het historisch gedeelte van de tentoonstelling geeft een overzicht van de ontdekking van de mechanismen van de erfelijkheid en ontrafelt de structuur van het DNA. Deze informatie maakt duidelijk dat genetische engineering, net zoals de klassieke genetica, neerkomt op het selecteren of elimineren van bepaalde eigenschappen van levende organismen.

inhoud

Vanaf de oudheid tot de nieuwe tijd ontwikkelden filosofen en natuuronderzoekers theorieën over de erfelijkheid die voornamelijk op waarnemingen en ervaringen gebaseerd waren. De erfelijkheidswetten van Mendel werden pas in het midden van de 19e eeuw ontdekt door experimenten met het kruisen van erwten.

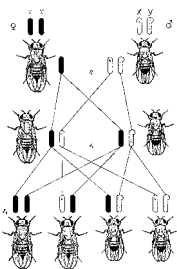
Uit de gezamenlijke inspanning van de cellulaire biologie en de genetica resulteerde na de eeuwwisseling de theorie dat de chromosomen de dragers van de erfelijke informatie zijn (Boveri, Morgan).

In het midden van de 20e eeuw werd ontdekt dat de erfelijke informatie niet ligt opgeslagen in de eiwitten van de chromosomen maar in de nucleïnezuren, wat leidde tot het DNA-model van Watson en Crick.

Na het ontcijferen van de genetische code was de weg vrij voor het technisch ingrijpen in de mechanismen van de evolutie.

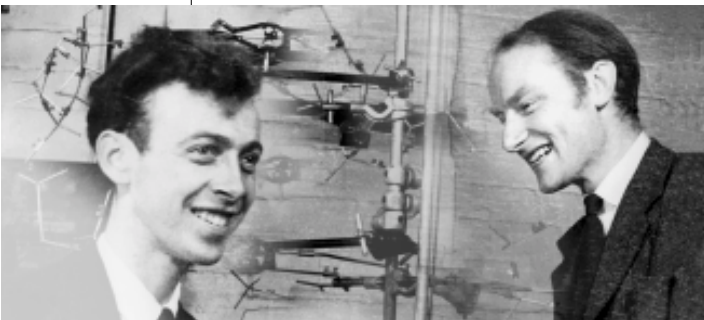
thema's

- erfelijkheidswetten van Mendel
- van chromosomenkaart (Morgan) tot DNA-model (Watson en Crick)
- chronologie van de gentechnologie



blikvangers

- modellen bananenvliegjes (*Drosophila melanogaster*)
- van Leeuwenhoek-microscop
- DNA-dubbelhelix model



Watson en Crick



Barbara Mc Clintock

3. Het leven onder de loep: de basis van de genetica

doel

De bezoeker ziet hoe het erfelijk materiaal van een cel, na versmelting tot een bevruchte eicel, uiteindelijk een volledig organisme kan opbouwen. Met deze basisgegevens over de cel, het erfelijk materiaal in de kern en de celdeling kan men zich voorstellen waar en hoe gentechnologie toepassingen vindt.

inhoud

Het leven is een kringloop: een organisme ontwikkelt zich, zorgt voor nakomelingen en sterft. Elk van ons is voortgekomen uit een enkele bevruchte eicel. De erfelijke eigenschappen van onze ouders en de invloeden vanuit het milieu maken ons tot wat wij nu zijn.

De sleutel tot het leven ligt in het DNA. Hierin ligt de informatie opgeslagen waarmee een bevruchte cel zich kan ontwikkelen tot een goed functionerend organisme. Dit deel start dan ook met begrippen als gen, chromosoom en DNA-duplicatie, waarna de celdeling en de interactie tussen genen en milieu tijdens de ontwikkeling aan bod komen. De eiwitsynthese en de universele genetische code helpen om het ontstaan van mutaties te begrijpen. Deze gelijkenissen tussen bacteriën en complexere organismen liggen aan de basis van de genetische engineering: de productie van recombinant-DNA.

thema's

- de cel en haar DNA
- de celdeling
- chromosomen: dragers van erfelijk materiaal
- hoe genen organismen bouwen
- klonen
- eiwitsynthese en mutaties

blikvangers

- chromosoommodellen waarop mutaties kunnen aangetoond worden
- originele wol van Dolly
- multimedia over eiwitsynthese
- sikkelcelanemie als voorbeeld van genmutatie
- overzicht menselijk genoom



4. Het werk in een genetisch laboratorium

doel

In het laboratorium maakt de bezoeker kennis met technieken en apparaten voor genetische engineering: identificeren van DNA, werken met knip- en plakenzymen, recombineren en introduceren van DNA.

inhoud

In het genetisch laboratorium draait alles om DNA. Dit is de drager van de erfelijke informatie en daarmee de basis van alle leven. Het DNA is bij alle organismen hetzelfde opgebouwd, nl. een dubbelhelix bestaande uit suiker, fosfaat en de vier basen adenine, thymine, cytosine en guanine. Daardoor is het mogelijk delen van het DNA tussen verschillende soorten uit te wisselen.

Met moderne moleculair-biologische technieken kunnen stukjes DNA worden geïdentificeerd, kunstmatig vervaardigd, weggeknipt, opnieuw worden gecombineerd en in andere cellen worden geplaatst.

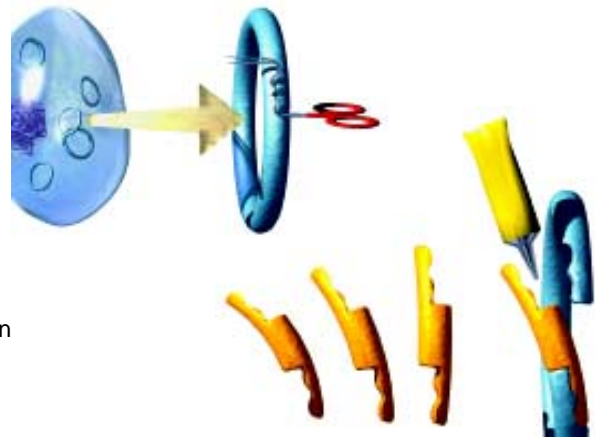
Zo kan men erfelijke ziekten herkennen en opsporen, medicijnen maken of voedingsgewassen en -dieren met nieuwe, andere eigenschappen creëren en vermenigvuldigen. Genetische vingerafdrukken kunnen verdachten aanduiden en vaderschap beslechten.

thema's

- knip- en plakenzymen (+ video)
- het genkanon
- gelelektroforese
- gentechniek en veiligheid
- DNA-vingerafdruk

blikvangers

- Eppendorfcup (vergroot)
- elektroforesekamer
- PCR Mastercycler
- multimedia: onbekend DNA decoderen



5. Toepassingen van genetische engineering

doel

Gentechnologie heeft een steeds grotere impact op onze levenskwaliteit. Dit onderdeel toont bestaande toepassingen van genetische engineering in de medische wereld, de landbouw, het leefmilieu en de voedingsindustrie. Zo kan de bezoeker zich een beeld vormen in welke mate deze toepassingen voor de maatschappij aanvaardbaar zijn of niet.

... in de geneeskunde

inhoud

Door de snelle ontwikkelingen en vele successen opent de gentechniek nieuwe mogelijkheden voor de medische wetenschap - en stoot ook op de grenzen ervan. Via gentechniek vervaardigde medicijnen, zoals insuline, worden al lang dagelijks gebruikt in de geneeskunde, maar de genterapie heeft nog geen echte successen kunnen boeken.

De gentechniek zal zeker zorgen voor een revolutie in de medische wetenschap van de 21ste eeuw. Er wordt op intensieve wijze onderzoek gedaan naar nieuwe strategieën voor tot dusver ongeneesbare aandoeningen.

thema's

- xenotransplantatie: dieren als orgaandonoren; gefokte orgaandonoren
- gentherapie tegen hersentumor via zelfmoordgen
- inenting ...tegen Hepatitis B

blikvangers

- multimedia: Hepatitis B-virus infecteert de lever voor en na inenting
- weefselmonster van een hersentumor

... in landbouw en milieu

inhoud

Een goede opbrengst: altijd weer een belangrijk aspect binnen de landbouw. Via de gentechiek kan de teler een hogere opbrengst bereiken. Behandelde planten zijn dan aangepast aan een bepaalde grondsoort of hebben meer weerstand tegen aandoeningen en ongedierte. Op die manier kan worden bespaard op mest of insecticiden en dat is goed voor het milieu. De in het laboratorium via gentechiek veranderde planten moeten echter ook goed groeien in hun natuurlijke omgeving en mogen geen ecologische problemen veroorzaken.

thema's

- transgene maïs: resistent tegen de maïsboorder
- transgene soja: resistent tegen breed spectrum herbiciden
- terminator zaaigoed: geprogrammeerd kiemen
- blue jeans: 'stone-washed' zonder stenen
- schoon op 40 °C: was-enzymen

blikvangers

- model maïsboorder (reuzenrups) en Bt-maïs
- sojabonen en diverse sojaproducten

... in de voedingsindustrie

inhoud

Via gentechiek vervaardigd voedsel roept een onzeker gevoel en angst op: aan de ene kant kent de consument de techniek meestal niet, aan de andere kant is er nauwelijks ervaring met nieuwe, via gentechiek vervaardigde producten.

Daarom wordt er, vooral als het om voedsel gaat, emotioneel gediscussieerd over de toepassing van de gentechiek en zijn de controverses groot. Waarom en hoe wordt het voedsel genetisch veranderd? Tot nu toe overheerst de overtuiging dat het risico voor milieu en consument groter is dan de mogelijke voordelen.

thema's

- de antirot-tomaat
- vetarme friet
- transgene rijst tegen blindheid
- tussen medicijn en voeding: nutraceutica

blikvanger

- model antirot-tomaat



6. Genanalyse

doel

De mogelijkheden die de moleculaire biologie biedt, hebben een revolutie in het wetenschappelijk denken veroorzaakt. Iedereen wil een hoge leeftijd bereiken, maar niemand wil oud worden. In dit deel wordt het debat over de risico's en de mogelijkheden van de genanalyses geopend.



inhoud

We weten steeds beter hoe onze genen werken en dit zal ons dagelijks leven steeds meer beïnvloeden. Tot dusver is de functie van ongeveer 6–7 % van het menselijk genoom bekend. Persoonlijke en maatschappelijke beslissingen zullen in de toekomst misschien afhangen van genetische tests. In dit deel van de tentoonstelling leert de bezoeker welke oorzaken bepaalde erfelijke ziektes hebben en wat vroegtijdige genanalyses voor ons in petto hebben. Maar genanalyses kunnen niet alle erfelijke ziektes betrouwbaar voorspellen en voor veel van deze ziektes bestaat er nog geen genezing. Hoe zullen mensen reageren wanneer ze horen dat ze een ongeneeslijke genetische afwijking hebben?

thema's

- ziekte van Huntington
- erfelijke borstkanker?
- genetisch bepaalde dwerggroei

blikvangers

- borstmodel voor opsporen van tumoren
- technologie van de toekomst: de DNA-chip
- video: als het toeval voorspelbaar wordt

7. Weefselengineering

doel

Hier worden de recentste medische toepassingen van de gentechnologie toegelicht. De balans van de technologische mogelijkheden versus de ethische bezwaren wordt opgemaakt.

inhoud

Een droom lijkt werkelijkheid te worden: door ziekte beschadigd weefsel gemakkelijk vervangen. De afstotingsreacties vormen tot dusver het grootste probleem bij het vervangen van weefsels of organen. Sinds eind van de jaren tachtig wordt via Weefselengineering gepoogd menselijk weefsel te maken uit lichaamseigen cellen. Bij Weefselengineering zijn disciplines verenigd zoals celbiologie, gentechniek, celcultuurtechniek en materiaalwetenschap. Het lukt al om weefsels te kweken. Maar tot aan de reconstructie van complexe organen is nog een lange weg te gaan.

thema's

- lichaamseigen huidtransplantaten
- oorreconstructie
- kunstmatige vingergewrichten en hartkleppen
- geniale stamcellen
- therapeutische klonen
- groeifactoren voor botten

blikvangers

- fibrinelijm
- 'oormuis'
- preparaat en model hart
- divers fotomateriaal

Basisvocabularium

AMINOZUREN

Chemische bouwstenen van een eiwit (proteïne).

BIOTECHNOLOGIE

De toepassing van biologische mechanismen in productieprocessen (landbouw, voeding, farmacie) met het oog op het verkrijgen van nuttige producten of effecten. Dit gaat van het maken van wijn en kaas over het creëren van nieuwe rassen van organismen door selectieve teelt tot genetische manipulatie van het DNA (gentechologie).

CHROMOSOMEN

Staafvormige structuren in de celkern bestaande uit DNA en een eiwitskelet (histonen). Ze zijn zichtbaar tijdens de celdeling (*mitose* en *meiose*) als het DNA zeer dicht gespiraaliseerd is. In het begin van de celdeling vormen de chromosomen, die dezelfde lengte hebben en die dezelfde *genen* dragen, paren: homologe chromosomen.

De mens heeft 46 chromosomen: 22 homologe paren en 2 geslachtschromosomen. Het erfelijk materiaal van een paard bestaat uit 33 chromosomenparen, bij de fruitvlieg zijn het 4 paar en bij de ui 8 paar.

DNA (zie figuur)

DNA is de afkorting van het Engelse *desoxyribonucleic acid*. Dit macromolecule is de drager van de erfelijke eigenschappen bij de meeste levende organismen, bepaalde *virussen* uitgezonderd. Het is opgebouwd als een dubbelspiraal, te vergelijken met een rond zijn as gedraaide touwladder, bestaande uit vier verschillende eenheden, nucleotiden genaamd. Alle nucleotiden hebben een gelijkaardige chemische structuur. Ze zijn samengesteld uit fosforzuur, suiker (desoxyribose) en een organische base namelijk adenine (A), thymine (T), guanine (G) of cytosine (C). De bomen van de ladder bestaan uit afwisselend suiker en fosfaat. De treden worden telkens gevormd door twee complementaire basen: A-T of C-G, onderling verbonden door waterstofbruggen.

Door tussenkomst van bepaalde *enzymen* kunnen de waterstofbruggen tussen de twee ketens van de dubbelstreng verbroken worden, zodat de ketens als een geopende rits loskomen van elkaar. Op elke keten kan dan een complementaire keten gebouwd worden waardoor het DNA zich verdubbelt (DNA-duplicatie) waarbij twee identieke dubbelspiralen ontstaan.

ENZYM

Eiwit dat een chemische reactie op gang brengt.

FENOTYPE

Uiterlijke verschijningsvorm van een organisme, bepaald door zowel het *genotype* als het milieu. Het fenotype van identieke tweelingen, die hetzelfde genotype hebben, verschilt.

GEN

Stukje van een DNA dat informatie bevat die nodig is om een bepaald eiwit te maken. Een of meerdere genen samen bevatten de informatie voor een bepaald kenmerk zoals wimperlengte, oogkleur of bloedgroep.

GENETICA

Tak van de biologie die de erfelijke kenmerken en de manier waarop die op nakomelingen worden overgedragen, bestudeert.

GENETISCHE CODE (zie figuur eiwitsynthese)

De opeenvolging van de 4 organische basen in het DNA vormt een code voor het oproepen van *aminozuren* die in de *ribosomen* aaneengeschakeld worden en zo een eiwit vormen. Nadat het *m-RNA* de informatie van het DNA in de kern heeft overgeschreven, bewegen de ribosomen zich langs het *m-RNA* in het cytoplasma en lezen de basen per drie (codon) af. Vier basen die per 3 worden afgelezen bieden 64 (4^3) mogelijke basentripletten. 61 van die codons roepen een specifiek aminozuur op en de drie overige tripletten vormen stopcodons die de eiwitsynthese beëindigen. Aangezien er slechts 20 verschillende aminozuren zijn, kan een zelfde aminozuur met verschillende codons opgeroepen worden. Ook in de genetische taal zijn er dus synoniemen.

De genetische code is universeel voor alle levende wezens.

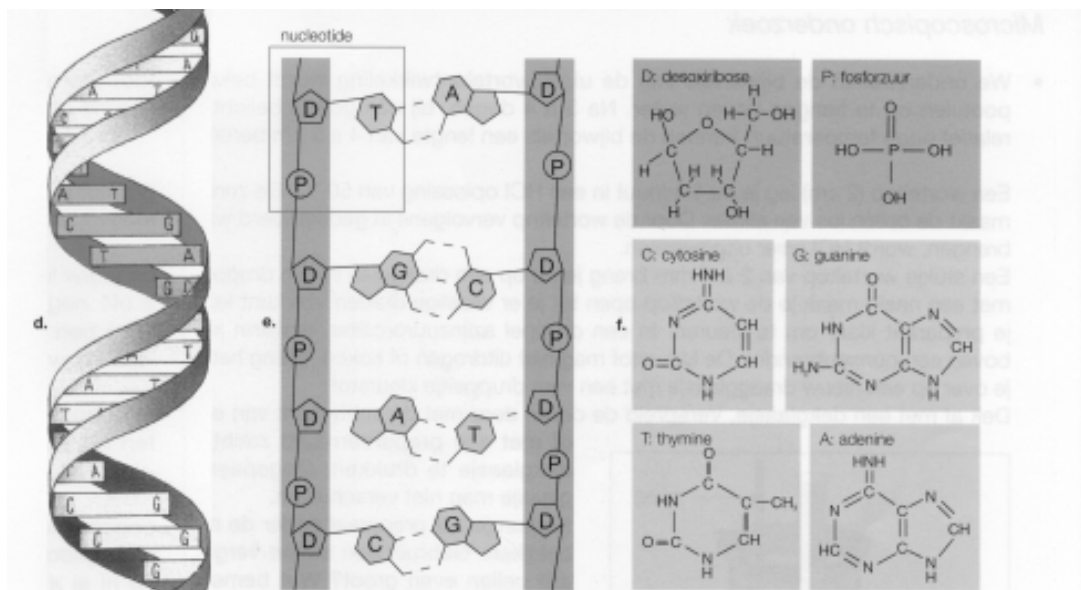
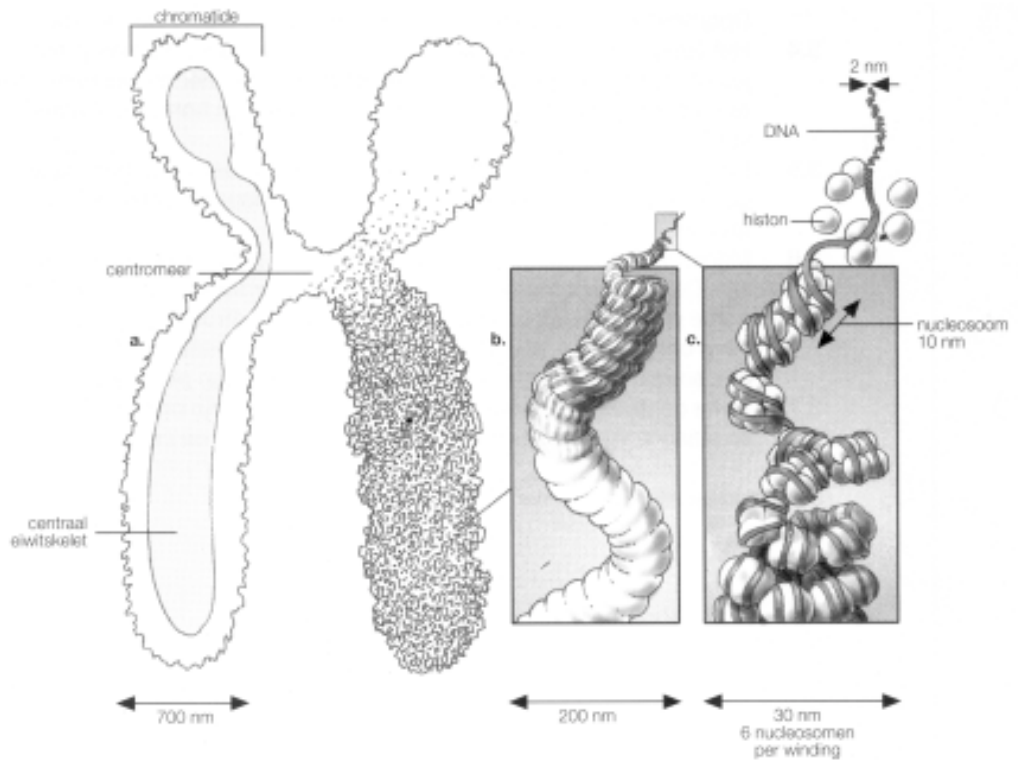


fig. 1.5 Van chromosoom tot DNA.

- Een chromosoom bestaat uit 2 chromatiden die in het centromeer met elkaar verbonden zijn (zie 1.2)
- Ieder chromatide bevat een lusvormige chromatinedraad die een kluit vormt rond een centraal eiwitskelet
- Een chromatinedraad is opgebouwd uit een DNA-molecuul en verschillende eiwitten, de histonen. 8 histonen, waaronder 2 DNA-windingen lopen, vormen een nucleosoom. Per lus bevinden zich 6 nucleosomen.
- Dubbel-helix model van DNA volgens Watson en Crick.
- DNA is opgebouwd uit nucleotiden, bestaande uit fosforzuur, desoxyribose en een organische base. Een base van een bepaalde nucleotide is door waterstofbruggen met de complementaire base van een ander nucleotide verbonden.
- Chemische structuur van de organische basen (adenine, thymine, cytosine en guanine), van desoxyribose en van fosforzuur.

GENETISCHE ENGINEERING

Technieken om aan genetische manipulatie te doen: lokaliseren van genen, identificeren, wijzigen, isoleren en invoeren van lichaamsvreemde genen in andere organismen (waardoor dit organisme eiwitten maakt die het oorspronkelijk niet maakte).

GENETISCH GEMODIFICEERD ORGANISME (GGO)

Bij een genetisch gemodificeerd organisme is het erfelijk materiaal gewijzigd met behulp van *gentechologie*. Het organisme bevat dan één of meerdere vreemde *genen* en is een *transgeen* organisme.

GENOOM

Her geheel van de *genen* van een bepaald organisme vb. de mens, de oorkwal, het viooltje.

GENOTYPE

Het geheel van het erfelijk materiaal - dat al of niet tot uitdrukking komt – van een individu.

GENTECHNIEK

Zie genetische engineering en biotechnologie

GENTHERAPIE

Therapie waarbij cellen met een defect *gen* vervangen worden door cellen met intacte genen. Op die wijze hoopt men erfelijke ziekten en kankers te kunnen behandelen.

HUMAN GENOME PROJECT (HUGO)

Wereldwijd onderzoek naar de ontrafeling van het *genoom* van de mens: onderzoek naar de lokalisatie en functie van al onze genen.

KLOON

Een perfecte kopie (met identiek erfelijk materiaal) van een organisme of cel, uit een levend organisme of cel ontstaan. Organismen die ontstaan door vegetatieve voortplanting zoals knollen en uitlopers zijn natuurlijke klonen.

MEIOSE

Celdeling bij de vorming van geslachtscellen, waarbij het aantal chromosomen gehalveerd wordt (synoniem: reductiedeling).

MITOSE

Celdeling waarbij cellen ontstaan die genetisch identiek zijn aan de moedercel.

MUTATIE

Plotse wijziging in het erfelijk materiaal gaande van genmutaties (verandering van één of meer basen in het DNA) over chromosoommutaties (verdwijnen of bijkomen van stukken *chromosomen*) tot genooommutaties (wijziging in het aantal chromosomen). Een mutatie op de geslachtschromosomen die niet dodelijk is, kan overgeërfd worden.

Mutaties kunnen experimenteel uitgelokt worden of door mutagene factoren zoals X- of radioactieve stralen veroorzaakt worden. Mutaties kunnen kankers of erfelijke ziekten veroorzaken maar ook gunstige kenmerken doen verschijnen die dan door *natuurlijke selectie* bewaard blijven.

NATUURLIJKE SELECTIE

Natuurlijk proces dat het overleven en de voortplanting van de best aan het milieu aangepaste individuen bevordert waardoor dit *genotype* meer kans heeft om doorgegeven te worden aan de volgende generaties.

PROTEINE

Macromolecule opgebouwd uit aminozuren (synoniem: eiwit).

RIBOSOOM

Celstructuur waarin de eiwitsynthese verloopt.

RNA

Ribonucleic acid of RNA is chemisch verwant met DNA maar heeft ribose als suiker in plaats van desoxyribose en de base thymine is vervangen door een andere organische base, nl. uracil (U).

Tijdens de eiwitsynthese zijn verschillende types RNA actief:

- m-RNA of messenger (boodschapper) RNA brengt de erfelijke informatie die nodig is voor de productie van een eiwit over van de kern naar de eiwitfabrieken, de ribosomen;
- t-RNA of transport RNA verzorgt de aanvoer van aminozuren (waaruit eiwitten opgebouwd zijn) uit het celplasma naar de ribosomen;

- r-RNA of ribosomaal RNA, een van de bestanddelen van het ribosoom dat tussenkomt bij het assembleren van aminozuren tot eiwitten.
Enkelstrengig RNA is eveneens de drager van het erfelijk materiaal bij sommige virussen: retrovirussen, zoals het AIDS-virus.

SEQUENTEREN VAN DNA

Techniek om de volgorde van de 4 basen in een DNA-streng te bepalen.

SOORT

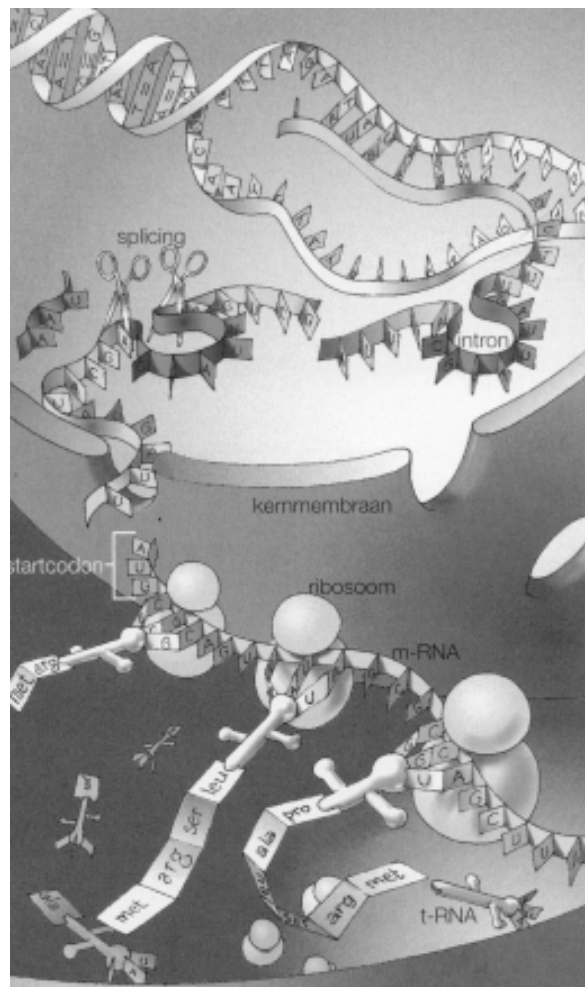
Organismen behoren tot dezelfde soort als ze in natuurlijke omstandigheden uitsluitend onderling kruisen en daarbij vruchtbare nakomelingen ontstaan. De soort is de basis van de classificatie van de levende organismen.

TRANSGENESE

Het creëren van GGO's door één of meerdere vreemde *genen* (transgenen) in een organisme in te voeren die een nieuw kenmerk, zoals resistentie tegen een bepaalde onkruidverdelger, oproepen.

VIRUS

Submicroscopische structuur zonder eigen stofwisseling die zich slechts kan vermenigvuldigen door een cel of een bacterie te infecteren.



Eiwitsynthese

De informatie voor de synthese van eiwitten in een cel bevindt zich in het DNA van de kern, onder vorm van basentripletten. Deze gegevens worden 'overgeschreven' waarbij de nonsensstukken (introns) worden weggeknipt. Zo ontstaat m-RNA dat naar het cytoplasma wordt vervoerd. Daar hechten zich ribosomen aan het m-RNA-molecule. De ribosomen bewegen zich langs het m-RNA terwijl de codons worden afgelezen. Het t-RNA met het gepaste anticodon brengt het opgeroepen aminozuur aan. De gevraagde aminozuren vormen zo een geleidelijk groter wordend eiwit. De t-RNA's die van hun aminozuur ontdaan worden, verlaten het ribosoom. Verschillende ribosomen kunnen tegelijk via eenzelfde m-RNA een eiwit samenstellen.



Debatten voor scholieren

Ter gelegenheid van de tentoonstelling 'Focus on genes' organiseert het Museum van Natuurwetenschappen een debattencyclus tussen november 2001 en februari 2002 samen met 3 Franstalige en 3 Nederlandstalige groepen leerlingen (5de en 6de jaar Secundair Onderwijs en Hoger Onderwijs).

De thema's zijn:

A. Biotechnologie in het algemeen (definities en mogelijke toepassingen)

DNA, gen, chromosoom, transgenese, GGO's, medische toepassingen en toepassingen in de landbouw en voedingsindustrie.

B. Genetisch Gewijzigde Organismen (voeding, landbouw en milieu):

Productie van GGO's; transgene maïs en soja; risico's voor de gezondheid (allergieën); oplossing voor de honger in de wereld? impact op het leefmilieu (risico's op pollutie, daling van de hoeveelheid pesticiden, resistentie tegen nieuwe pesticiden, verschijnen van superinsecten)...

C. Medische toepassingen van gentechnologie:

Ontrafelen van het menselijk genoom; medicaties en vaccins; diagnose en behandeling van erfelijke ziekten; genetische therapieën; klonen van menselijke cellen voor onderzoek of transplantatie, ethische problemen, mogelijke excessen (eugenetica).

Na inschrijving van uw klas(sen) voor één van de debatten (max. 150 personen), ontvangt u een didactisch dossier met documentatie over het onderwerp, een samenvatting van de tentoonstelling, een lijst met internetsites, bibliografische referenties, vragen die kunnen uitgediept worden en een lijst van de deelnemende organisaties aan ons 'wetenschapscafé'.

Best bezoekt men vooraf de tentoonstelling alvorens aan het debat deel te nemen. Ieder debat start om 13.45 uur en verloopt als volgt:

1. inleiding over het gekozen thema, met behulp van een video (30 min)
2. voorstelling van de 2 sprekers (wetenschappers of leden van een NGO of andere organisatie die vanuit een verschillende invalshoek de problematiek belichten) door de moderator
3. toelichting (5' min. per spreker) bij een thema uit de video om het debat op gang te brengen
4. vraag en antwoord tot 15 uur.

De deelnameprijs van 3 • per leerling omvat de toegang tot de permanente zalen van het museum en van de tentoonstelling 'Focus on genes', deelname aan het debat en een didactisch dossier dat aan de leerkracht bezorgd wordt.

Rondleidingen zijn niet in deze prijs inbegrepen.

Voor inlichtingen en reservaties: bel 02 627 42 52

Programma van de Nederlandstalige debatten:

A – Biotechnologie in het algemeen (definities en mogelijke toepassingen)

Ann Van Gysel (VIB)

Luc Hens (VUB, Menselijke Ecologie)

Auditorium van het Museum, dinsdag 13 november van 13u45 tot 15 uur

B – Genetisch Gewijzigde Organismen (voeding, landbouw en milieu)

Lieve Gheysen (RUG – Landbouwfaculteit)

Thierry Kesteloot (Oxfam Wereldsolidariteit)

Auditorium van het Museum, donderdag 24 januari van 13u45 tot 15 uur

C – Medische toepassingen van gentechnologie

Jean-Jacques Cassiman (KUL, Centrum Menselijke Erfelijkheid)

Koen Raes (RUG, Vakgroep Grondslagen en geschiedenis van het recht)

Auditorium van het Museum, dinsdag 5 februari van 13u45 tot 15 uur

Programma van de Franstalige debatten:

Zie <http://www.sciencesnaturelles.be>

Enkele denkpijstes voor de leerlingende'batten rond "Focus on genes"

Zelden komt een gespecialiseerde wetenschappelijke discipline zo opvallend in de actualiteit als de gentechnologie nu. Is er een revolutionaire vooruitgang geboekt? Een belangrijke ontdekking gedaan?

Rond 1850 bewees Mendel dat eenvoudige erfelijke kenmerken op een wetmatige wijze doorgegeven worden. In 1953 ontdekten Watson en Crick de structuur van DNA en zijn betekenis bij het doorgeven van erfelijke informatie. In 1966 slaagden talrijke onderzoekers (waaronder Nirenberg) erin om samen de genetische code te ontcijferen. Sindsdien hielden wetenschappers niet op dit nieuwe universum verder te exploreren en dankzij nieuwe en verbeterde technieken kon in juni 2000 het menselijke genoom, 30 000 genen groot, ontrafeld worden.

Wat nu?

De genetica overrompelde zowel Wall Street als ons dagelijks bestaan. Kersvers ontwikkelde technieken op gebied van genetische engineering worden op grote schaal toegepast en in een mum van tijd bevinden de resultaten zich op ons bord, in de apotheek, bij de boer en in onze beleggingsfondsen!

Deze invasie zorgde in elk geval in Europa voor een vaak hevige polemiek. Die valt niet makkelijk te volgen, want er spelen zowel wetenschappelijke, economische, ethische, politieke als milieuaspecten mee.

Opdat de leerlingen zoveel mogelijk zouden opsteken van het debat en er actief zouden aan deelnemen, stellen we enkele denkpijstes voor:

Wat is genetische engineering en waar dient dat voor? Welke technieken gebruiken ze bij genetische engineering? Is genetische engineering hetzelfde als biotechnologie? Wat betekent GGO, kloon, transgeen, recombinant DNA...?

Wat zijn de huidige en potentiële toepassingen van genetische engineering? Wat is sciencefiction en wat realiteit? Wat zijn de mogelijke gevolgen en weerslagen?

TOEPASSINGEN IN DE LANDBOUW:

Wat is er al op de markt?

- planten die resistent zijn voor schadelijke insecten (zoals maïs voor de maïsboorder) of sommige onkruidverdelgers verdragen (zoals transgene soja); vooral in de VSA, in Argentinië en Canada kweken ze al tientallen dergelijke planten op grote schaal.
- genetisch gewijzigd fruit en groenten die een betere smaak, meer vitamines (zoals de Golden Rice tegen blindheid), langere bewaartijd... moeten waarborgen; een antirot-tomaat met een vertraagd rijpingsproces werd in de VSA en in Groot-Brittannië op de markt gebracht maar was een commerciële flop.

Wat zit in de onderzoeksfase?

- planten die sommige milieufactoren (zoals droogte, koude, warmte, bodemarmoede...) overleven, waardoor in ongunstige gebieden landbouw mogelijk wordt of het oogstverlies kleiner wordt. Sommigen zien hierin een middel om de honger in de wereld te bestrijden.
- transgene dieren, zoals snelgroeiende zalm (tot nu toe niet gecommmercialiseerd), die vlugger in de handel komen.
- klonen van dieren om geschiktere - al dan niet genetisch gewijzigde - dieren te vermenigvuldigen.

MEDISCHE TOEPASSINGEN:

Wat is er op de markt?

- geneesmiddelen en vaccins die geproduceerd worden door genetisch gewijzigde organismen (zoals insuline voor de behandeling van diabetes of het vaccin tegen hepatitis B). Deze techniek vergemakkelijkt de productie en waarborgt vaak een beter eindproduct.
- de gendiagnose of DNA-test, waarmee een individuele genetische kaart opgemaakt wordt. Gendiagnose is al veel toegepast in de criminologie of het onderzoek naar bloedverwantschap. Ze laat ook een vroegtijdige opsporing toe van ernstige misvormingen bij menselijke embryo's of van een aanleg voor ziektes die pas bij de volwassenheid tot uiting komen.

Wat zit er in de onderzoeksfase?

- de genterapie die een rechtstreeks "herstel" van genetische afwijkingen bij ziektes als hersentumor, mucoviscidose of hypercholesterolemie, moet mogelijk maken. Alhoewel volledig succes voorlopig uitblijft en verder onderzoek nodig is, mag men geen wondermiddelen verwachten, vooral niet bij

polygenetische aandoeningen (waarbij verschillende genen betrokken zijn).

- het invoeren van menselijke genen in dieren die als orgaandonoren dienst doen, wat afstotingsverschijnselen wegneemt. Dit zou eveneens problemen in verband met veiligheid (overbrenging van besmettelijke dierziekten) en ethiek vermijden.

Genetische engineering roept in zijn geheel dus heel wat vragen op:

- het scheppen van een GGO vraagt een grote financiële inbreng die het later moet opbrengen. Zullen landen met een voedselprobleem deze technologie kunnen betalen? Zou dit hun schuld tegenover de industrielanden niet verhogen?

- de verspreiding van GGO's (dieren en planten) in de natuur zou door kruising genetische vervuiling van aanverwante soorten kunnen teweegbrengen en onkruid doen ontstaan dat bestand is tegen onkruidverdelgers (zo kan wilde mosterd met koolzaad gekruist worden).

- het is voor het ogenblik onmogelijk om de distributiekkanalen vrij van GGO's te houden, want het is moeilijk hun weg op te sporen, onder meer omdat oogsten bij het transport gemengd worden.

- de kweek van genetisch gewijzigde planten die resistent zijn voor schadelijke dieren of onkruidbestrijders vereist minder insecten- of onkruidbestrijders. Maar door natuurlijke selectie zouden misschien resistente insecten of onkruiden ontstaan.

- vreemde genen in een organisme dat als voedselbron gebruikt wordt, verhogen het risico dat sommige consumenten allergisch worden voor dit voedingsmiddel.

- bij de aanmaaktechniek voor een GGO wordt er in het genotype van de ontvanger een "markeergen" aangebracht, dat het succes van de transgenese moet signaleren. Het betreft vaak een gen dat resistent is aan een gebruikt antibioticum. Dergelijke genen in de natuur loslaten zou problemen kunnen geven, vooral nu de resistentie van ziekteverwekkende bacteriestammen reeds een gevaar voor de gezondheid betekent.

- levende organismen kunnen zich per definitie voortplanten... Eenmaal GGO's in de natuur terechtkomen, betekent dit dus een onomkeerbaar proces. Voorzichtigheid is geboden.

- Sommige vormen van genterapie roepen ethische vragen op. Een mens én zijn nakomelingen behandelen is een zekere vorm van eugenetica (genetische "verbetering" van de menselijke soort). Daarom verbieden landen als België en Zwitserland genterapie die de geslachtscellen van de mens beïnvloedt.

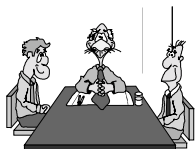
- we moeten er zeker van zijn dat een gendiagnose geen nadelige gevolgen heeft voor de onderzochte persoon, hetzij omdat zijn werkgever of zijn verzekeringsmaatschappij er kennis van genomen hebben, hetzij, wanneer het om een embryo gaat, omdat de ouders geen kind willen met zo een kleur van ogen of met neiging tot geweld... (eugenetische abortussen).

OCTROOIEN OP HET LEVEN

Transgene organismen maken voor industriële doeleinden vereist een hoge financiële investering. Om deze investering te beschermen zijn er reglementeringen (die in verschillende landen zeer uiteenlopend kunnen zijn!) opgesteld die een soort octrooi op levende wezens mogelijk maken. Theoretisch kan een octrooi alleen op een uitvinding gedeponereerd worden en dus niet op een ontdekking, maar de wetteksten op dit gebied zijn onduidelijk.

Hun misleidende interpretatie zou er wel eens kunnen toe leiden dat er octrooien komen die de vrije kennisgeving en het voor het algemeen belang noodzakelijke vrije onderzoek op bepaalde gebieden verhinderen: deze vrees werd onlangs bevestigd toen de firma Myriad Genetics octrooien voor het kankeronderzoek verwierf.

Tot slot zien we dat laboratoria uit industrielanden octrooien deponeren voor planten, of moleculen uit planten, die traditioneel in ontwikkelingslanden gekweekt worden. Op die manier eigenen ze zich zonder enige vorm van vergoeding de selectie en het onderzoek toe dat de landelijke bevolking jarenlang op deze planten uitgevoerd heeft... of als toppunt van onrechtvaardigheid van deze bevolking vraagt dat ze voor hun eigen producten en kennis moeten betalen.



Deelnemers aan het wetenschapscafé

AGRINFO (nl/fr)

Federale organisatie die informeert over landbouw in brede zin

✉ : WTC 3, 17^e verdieping, Simon Bolivarlaan 30, 1000 Brussel

tel : 02/208.45.16 fax : 02/208.45.40

<http://www.agrinfo.be/> (nl/fr)

Belgian Bioindustries Association (BBA) (en)

Thema's : biotechnologie (dossier 'Biotech in Belgium. Innovation and Growth')

✉ : Louizalaan 490 – bus 9, 1050 Brussel

tel : 02/646.05.64 fax : 02/640.37.59 e-mail : secretariat@bba-bio.be

<http://www.bba-bio.be/pages/reports.htm> (en)

Belgisch Comité voor de Distributie (BCD) / Comité belge de la distribution (CBD) (nl/fr)

✉ : Mariannestraat 34, 1180 Brussel

tel : 02/345.99.23 fax : 02/346.02.04 e-mail : info@cbd-bcd.be

<http://www.cbd-bcd.be/> (fr/nl)

Belgische vereniging voor strijd tegen mucoviscidose / Association belge contre la mucoviscidose (nl/fr)

✉ : Joseph Borlélaan 12, 1160 Brussel

tel : 02/675.57.69 fax : 02/675.58.99 e-mail : info@muco.be

<http://www.muco.be/> (nl/fr)

Centre d'Etudes et de Formation en Ecologie (CEFE) (fr)

✉ : 28 rue Basse-Marcelle, 5000 Namur

tel : 081/22.58.48 fax : 081/23.18.47

<http://www.ecolo.be/CEFE/> (fr)

Europese Boerenvereniging (EBV) (en/d/fr/nl/sp...)

Thema's : anti-GGO actie, impact van GGO's op de Derde Wereld

✉ : Zavelput 18, 1000 Brussel

tel : 02/217.31.12 fax : 02/218.45.09 e-mail : cpe@cpefarmers.org

<http://www.cpefarmers.org/> (en/fr/sp)

Federale Raad voor Duurzame Ontwikkeling (FRDO) / Conseil fédéral du Développement Durable (CFDD) (nl/fr)

✉ : Aduatukersstraat 71-75, 1040 Brussel

tel : 02/743.31.50 (secretariaat) fax : 02/743.41.55 of 59 e-mail : mail@frdo-cfdd.fgov.be

<http://www.frdo.be/> (nl) of <http://www.cfdd.be/> (fr)

Federatie van de Chemische Industrie van België / Fédération des Industries Chimiques de Belgique (FEDICHEM) (nl/fr)

✉ : Maria-Louizasquare 49, 1000 Brussel

tel : 02/238.97.11 fax : 02/231.13.01 e-mail : info@fedichem.be

<http://www.fedichem.be/> (nl/fr/en)

+ Belgobiotech (afdeling van Fedichem voor professionelen)

✉ : Maria-Louizasquare 49, 1000 Brussel

tel : 02/238.98.47 fax : 02/231.13.01 e-mail : belgobiotech@fedichem.be

Federatie Voedingsindustrie / Fédération de l'Industrie Alimentaire (FEVIA) (nl/fr)

Thema's : Belgische voedingsindustrie

✉ : Kortenberglaan 172, 1000 Brussel

tel : 02/743.08.00 fax : 02/733.94.26 e-mail : info@FEVIA.be

<http://www.fevia.be/> (nl/fr)

Greenpeace (nl/fr)

Thema's : **gentechnologie**

✉ : Greenpeace Belgium, Vooruitgangstraat 317, 1030 Brussel

tel : 02/274.02.00 fax : 02/201.19.50

http://www.greenpeace.be/index_main.php3?taal=n&vx=3&href=actie.php3&z=topic&p=5
(nl)

http://www.greenpeace.be/index_main.php3?taal=f&vx=3&href=actie.php3&z=topic&p=5
(fr)

La Ligue Alzheimer ASBL (fr)

✉ : Clinique Le Perî, 4B rue Montagne Ste Walburge, 4000 Liège

tel : 04/225.87.93 e-mail : henry.sabine@skynet.be

<http://www.alzheimer.be/> (fr)

Milieu-Educatie, Natuur en Samenleving (MENS) (nl/fr)

Driemaandelijks milieutijdschrift (verschillende dossiers over biotechnologie)

✉ : RUCA, Groenenborgerlaan, 171, 2020 Antwerpen

tel : 03/218.04.21 fax : 03/218.04.17

Nature et progrès Belgique (fr)

Thema's : consumentenvereniging, bio-producten

✉ : 520 rue de Dave, 5100 Jambes

tel : 081/30.36.90 fax : 081/31.03.06 e-mail : natpro@skynet.be

<http://www.natpro.be/> (fr)

OIVO / CRIOC (nl/fr)

Onderzoeks- en Informatiecentrum van de Verbruikersorganisaties

Thema's: onderzoek en informatie voor consumenten

✉ : Ridderstraat 18, 1050 Brussel

tel : 02/547.06.11 fax : 02/547.06.01 e-mail : crioc-oivo@oivo-cioc.org

<http://www.oivo-crioc.org> (nl/fr)

Oxfam - Solidariteit / Solidarité (nl/fr)

Thema's : impact van GGO's op de Derde wereld, duurzame ontwikkeling

✉ : Vierwindenstraat 60, 1080 Sint-Jans-Molenbeek

tel : 02/501.67.00 fax : 02/511.89.19 e-mail : oxfamsol@oxfamsol.be

<http://www.oxfamsol.be/> (nl/fr/es/en)

Raadgevend Comité voor bio-ethiek van België / Comité consultatif de Bioéthique de Belgique (nl/fr)

Thema's : het klonen bij mensen, prenatale diagnose en geslachtsbepaling, juridische bescherming van biotechnologische uitvindingen (+ tijdschrift : Bioethica Belgica)

✉ : Rijksadministratief centrum (RAC) Vesaliusgebouw – 4^{de} verdieping, Pachecolaan 19 bus 5, 1010 Brussel

tel : 02/210.42.34 fax : 02/210.42.27

<http://www.health.fgov.be/bioeth/> (nl/fr)

Réseau de Consommateurs Responsables (RCR) (fr)

Thema's : (anti-) GGO campagne voor een verantwoord consumptiegedrag

✉ : Handelsstraat 70-72, 1040 Brussel

tel : 02/545.90.75 fax : 02/545.90.76 e-mail : info@rcr.be

<http://www.rcr.be> (fr)

Test-Aankoop / Test-Achats (nl/fr)

Thema's : GGO's, genterapie

✉ : Hollandstraat 13, 1060 Brussel

tel : 02/542.32.11 fax : 02/542.32.50 e-mail : pressta@eunet.be

http://www.test-aankoop.be/index_nl.html (nl)

http://www.test-achats.be/index_FR.html (fr)

Vlaamse Diabetes Vereniging (VDV)

✉ : Diabetshuis, Ottergemsesteenweg 456, 9000 Gent

tel : 09/220.05.20 fax : 09/221.00.82 e-mail : vdv@diabetes-vdv.be

<http://www.diabetes-vdv.be/> (nl)

+ Association Belge du Diabète (ABD) (fr)

✉ : chaussée de Waterloo 935, 1180 Brussel

tel : 02/374.31.95 fax : 02/374.81.74 e-mail : abd.diabete@swing.be

Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie (VIB) (nl)

Thema's : biotechnologie (didactisch dossier 'Biotechnologie' in samenwerking met FEVIA, OIVO en AGRINFO)

✉ : Rijnvisschestraat 120, 9052 Zwijnaarde (Gent)

tel : 09/244.66.11 fax : 09/244.66.10

<http://www.vib.be> (nl/en)



internet

Nog meer informatie op het web...

→ : aanbevolen voor leerkrachten en studenten

Diverse aspecten van de biotechnologie

Deutsches Hygiene-Museum van Dresden: <http://www.focus-on-genes.de>
(realisatoren van de tentoonstelling 'Focus on Genes')

→ **European Initiative for Biotechnology Education:** <http://www.rdg.ac.uk/EIBE/>
(interessante achtergrondinformatie voor 3^{de} graad SO als voorbereiding op de scholierendebatten)

→ **Site Bioplek (biologiesite voor het voortgezet onderwijs):** http://www.xs4all.nl/~scholmar/4ath_stw3.blad%201.erf.html (met animaties)

→ **Dossier 'Genetische manipulatie' van NRC Handelsblad:** <http://www.nrc.nl/W2/Lab/GM/271199.html>
(over genefood, gentherapie, biotech-industrie...)

→ **Exploratorium:** http://www.exploratorium.edu/exhibits/mutant_flies/mutant_flies.html
(Engels)
(mutaties bij Drosophila's, met illustraties)

Wageningen Universiteit over biotechnologie: <http://www.biotechnologie.net/>

Natuur & Techniek: <http://www.natutech.nl/>

EOS, wetenschapsmagazine: <http://www.eosweb.com/links/lnkbio.htm> of <http://www.eos.be/>
(met veel links onder 'biotechnologie')

<http://biotechnologie.pagina.nl/> (met veel links)

Nederlandse Biotechnologische Vereniging: <http://www.kncv.nl/secties/nbv/>

Oxfam-Solidariteit: http://www.oxfamsol.be/nederlandse_versie/pers/sprokkels.htm
(over brevetten op levende wezens)

Menselijk genoom

Human Genome Project Information: <http://www.ornl.gov/hgmis/> (Engels)
(info voor wetenschappers, leerkrachten en studenten)

Science: <http://www.sciencemag.org/content/vol291/issue5507/> (Engels)
(onderzoeksresultaten over het menselijk genoom)

Nature: <http://www.nature.com/genomics/> (Engels)
(onderzoeksresultaten over het menselijk genoom)

Raadgevend Comité voor bio-ethiek van België: <http://www.health.fgov.be/bioeth/>
(advies over het klonen van mensen, juridische bescherming van biotech-uitvindingen)

→ **VPRO 'Noorderlicht':** <http://noorderlicht.vpro.nl/index.html>
(zoeken bij 'genetica', 'gentherapie'...)

→ **Dossier 'Genetische manipulatie' van NRC Handelsblad:**
<http://www.nrc.nl/W2/Lab/GM/271199.html>
(info over gentherapie, biotech-industrie...)

→ **Info Science:** http://www.circe.fr/dossier/clonage/clonage_som.html (Frans)
(dossier over het klonen van mensen)

Genetisch Gemanipuleerde Organismen

→ **Site van de Europese Unie met het artikel 'GMO, a threat for the biodiversity' van Dr David Barling (Centre for Food Policy, Thames Valley University, UK):**
http://europa.eu.int/comm/dgs/health_consumer/library/pub/cv/cv994/cv994-02_en.html
(Engels)

Site van de Europese Unie over het programma Biotech:
<http://europa.eu.int/comm/research/biot1.html> (Engels)

→ **Stichting Leefmilieu:**
<http://www.stichtingleefmilieu.be/middenkrant/MKRfull/gmo.htm>
dossier over GGO's

→ **dossier 'Genetische manipulatie' van NRC Handelsblad:**
<http://www.nrc.nl/W2/Lab/GM/271199.html>

Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie (VIB): <http://www.vib.be>

Genetic Modified Food: <http://www.gm1.com/> (Engels) (met veel links)

Greenpeace Belgium:
http://www.greenpeace.be/index_main.php3?taal=n&vx=3&href=actie.php3&z=topic&p=5
(dossier over GGO's met actuele lijst van voedingsproducten die GGO's bevatten)

Time Magazine:
<http://www.time.com/time/magazine/article/0,9171,1101000731-50576,00.html> (Engels)
(artikel over de Gouden rijst)

Test-Aankoop: http://www.test-aankoop.be/index_nl.html
(zoeken onder GGO)

FEVIA (Federatie Voedingsindustrie): <http://www.fevia.be/>

Monsanto (productie van transgeen zaaigoed): <http://www.monsanto.com/> (Engels)

Novartis ((productie van transgeen zaaigoed): <http://www.novartis.com/> (Engels)

→ **Inf'OGM:** <http://www.infogm.org/> (Frans)
(informatiebulletin te verkrijgen via e-mail of te raadplegen op de site)

CIAA (Confederatie van de Agro-Voedingsindustrieën van de Europese Unie)
<http://www.ciaa.be/en/Documents/scientrege.html> (Engels)

Amis de la Terre: <http://www.amisdelaterre.org/OGM/> (Frans)

Andere websites

Science Explained: <http://www.synapses.co.uk/science/clone.html> Engels)
(degelijke info over klonen)

Om te lachen: <http://w3.nai.net/~tdiann/dolly.htm> (Engels)

Instituut voor Natuurwetenschappen : <http://www.natuurwetenschappen.be>



Bibliografie

ALBRECHT J., 2000. **Biotechnologie en genetische manipulatie tussen hype en hysterie.** Standaard Uitgeverij Antwerpen. 329 p.

Dit boek wil biotechnologie als sector en als voorwerp van het huidige debat introduceren. De auteur besteedt uitgebreid aandacht aan de ideologische oppositie tegen een nieuwe technologie en gaat grote vragen niet uit de weg. Is biotechnologie een natuurlijke of onnatuurlijke technologie? Mogen biotechnologen voor God spelen? Leidt biotechnologie tot gevaren voor de gezondheid en milieu? Welke rol kan het spelen voor het voedselprobleem in de derde wereld?

ALGOET M., HUYGHE W., e.a., 1999. **Biotechnologie Lespakket.** Verantwoordelijke uitgevers: Agrinfo, Fevia, Oivo en VIB. 138 p. (+ CD-rom).

Een gebruiksvriendelijk werkinstrument voor leerlingen 3^{de} graad S.O. met verschillende leesniveau's en eenvoudige laboproeven rond het thema DNA.

BASTIAANSEN P., 2000. **Overleven met een varkenshart.** Natuur & Techniek, nr. 2 feb. 2000. p. 82-83.

CASSIMAN D., en J.J., 2000. **Adam en Eva en andere verhalen over genetica.** Stichting Kunstboek Oostkamp. 119 p.

Op een uiterst toegankelijke, concrete en intrigerende manier maken de auteurs de leek wegwijs in de menselijke genetica. Ze plaatsen feiten tegenover emoties en maken een balans op van de ethische vragen die de moderne genetica de maatschappij voorlegt.

CASSIERS L., VERMEERSCH E., 2001. **Erfelijkheid, genetische tests en maatschappij.** Garant, Leuven.

COKELAERE M., CRAEYNEST P., 1998. **Onze genen, handboek menselijke erfelijkheid.** Acco, Leuven.

DAVIS K., 2001. De Code van het leven. **De ontdekking van de menselijke DNA-structuur.** Prometheus, Amsterdam.

DECRYUENAERE M., 1999. **Aan genen zijde, overerving bij de mens.** Brochure bij gelijknamige video. Centrum voor Menselijke Erfelijkheid, KU Leuven. 26 p.

Basisinformatie over erfelijke ziekten (Down syndroom, ziekte van Huntington, mucoviscidose, het fragiele-X-syndroom) erfelijke risico's en genetische tests. Zo wil men het publiek sensibiliseren voor de psychosociale en ethische aspecten van de erfelijkheidsproblematiek.

DERON A., VANDENDRIESSCHE T., e.a., 1998. **Gentherapie – komt er nog wat van?** Natuur en Techniek, nr. 10 okt. 1998. p. 20 – 29.

DEVLIEGER E., 2000. **Biotech-gids. Biotechnologie in landbouw en voeding.** Uitgegeven naar aanleiding van de tentoonstelling 'Eet es genetisch'. Vlaams Internuniversitair Instituut voor Biotechnologie. 104 p.

Interessante leidraad die antwoord geeft op concrete vragen zoals: wat is gentechnologie? Wat zijn de mogelijkheden en risico's ervan (voor landbouw en voeding)? Welke evolutie heeft onze voeding doorgemaakt vooraleer er GGO's waren?

DEVOLDER K., BRAECKMAN J., 2001. **Copyright een bio-ethische essay.** Universitaire Pers Leuven. 207 p.

Toepassing van klonertechniek op mensen kan, zodra een aantal medische en technische obstakels overwonnen zijn. De auteurs analyseren grondig en in heldere taal de argumenten pro en contra.

DIERICKX K., 1999. **Genetisch gezond? Ethische en sociale aspecten van genetische tests en screenings.** Interscentia, Antwerpen-Groningen. 283 p.

De auteur plaatst, na een bevattelijke voorstelling van de hedendaagse genetica, de genetische screening in een historisch perspectief, met name de eugenetica. Hierbij worden de raakvlakken en verschillen voorgesteld met maatschappelijke programma's die eerder deze eeuw opgezet werden met het oog op de "genetische gezondheid" van de burgers. Vervolgens wordt er dieper ingegaan op één van de belangrijkste normatieve determinanten in het debat over genetisch testen en screenen, nl. de concepten "genetische gezondheid en genetische ziekte".

EIKELENBOOM S., 2000. **De genetische vingerafdruk. De waarde van DNA als opsporingsmiddel.** L.J. Veen, Amsterdam.

ENGLERT Y., VAN ORSHOVEN A., 1998. **Het menselijk embryo in vitro.** Garant Leuven. 149 p.

GERAEDTS J., 1998. **Erfelijkheid en voortplanting.** Uitg. Nieuwezijds Amsterdam. 127 p.

JONES S., 1993. **De taal van de genen: Biologie, geschiedenis en onze evolutionaire toekomst.** Uitgeverij De Kern / Uitgeverij Bodoni, Baarn. 271 p.

JONES S., VAN LOON B., 1996. **Genetica voor beginners.** Elmar BV, Rijswijk.

MARYNEN P., WAELKENS S., 1996. **Het ABC van het DNA: mens en erfelijkheid.** Uitgeverij Davidsfonds, Leuven. 149 p.

Overzicht van de basisbegrippen in de genetica en de toepassingen ervan, hoofdzakelijk voor de mens.

POORTMAN Y., SIEBE P., 1999. **Genetisch onderzoek: mensen, meningen en medeverantwoordelijkheid.** Fonteyn en VSOP, Leuven.

RAEYMAEKERS P., 2001. **Genen en gezondheid.** Uitgegeven in samenwerking met het Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie. Natuur & Techniek. Veen Magazines, Amsterdam. 275 p.

Dit boek is erop gericht de belangrijkste medische toepassingen toe te lichten die voortkomen uit de moderne biotechnologie. De eerste hoofdstukken behandelen toepassingen die hun weg in de praktijk al gevonden hebben (zoals eiwittherapie, diagnostica, vaccins en prenatale diagnostiek). Nadien gaat het om toepassingen die zich nog in het experimentele stadium bevinden (zoals gen-, cel- en orgaantherapie). Elk hoofdstuk gaat uit van een uit het leven gegrepen situatie, die de basis vormt voor het toelichten van de achtergrond en de principes van deze toepassing.

RAEYMAEKERS P., VAN DUIJN C., 2001. **Jongleren met vier letters.** Genoomserie Natuur en Techniek, nr. 7-8 juli – aug. 2001, p. 30-41.

RIDLEY M., 1999. **Genoom, het recept voor een mens.** Contact, Amsterdam.

ROBBERECHT H., 1999. **PCR: exponentiële vermeerdering van erfelijk materiaal.** Kluwer Editorial, Diegem. 212 p.

Biochemische achtergrond, het principe, de varianten en vooral de toepassingen van de PCR-techniek die onderzoekers veel mogelijkheden biedt onder meer in de medische en gerechtelijke genetica.

ROSES A., D., 2001. **Voor elke patiënt de juiste pil.** Genoomserie Natuur en techniek, nr. 9. sept. 2001. P 24 – 30.

VAN DE KAMP J.J.P., CASSIMAN J.J., e.a. 1997. **Vragen over erfelijkheid.** Kosmos-Z&K, Utrecht.

VAN DOOREN P.,1994. **De genetische revolutie.** Actueelreeks Davidsfonds nr.13. Uitgeverij Davidsfonds, Leuven. 128 p.

De auteur verstaat de kunst om wetenschappelijk jargon in mensentaal te vertalen en geeft aan de hand van concrete voorbeelden een overzicht van de stand van zaken omtrent gentechnologie. Dit boek reikt niet enkel de informatie aan maar ook de elementen om zelf te oordelen over 'voor' en 'tegen' en 'waar naartoe'.

VAN DOOREN P.,1998. Klonen. **Mensen en dieren op bestelling.** Uitgeverij Davidsfonds, Leuven. 120 p.

Een klare, bijwijlen humoristische kijk op de voor- en nadelen van klonen.

VAN OMMEN G. J., 2000. **Ruwe versie van menselijk genoom is geland, maar waar nu heen?** Natuur & Techniek nr. 9 sept. 2000. p. 64-67.

VIB, 1999. **Biotechnologie beter begrijpen. Wat is biotechnologie?** Brochure. Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie (VIB), Gent. 15 p.

VIB, 1999. **Biotechnologie beter begrijpen. Gezondheid.** Brochure, Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie (VIB), Gent. 11p.

VIB, 2000. **Biotechnologie beter begrijpen. Voeding en landbouw.** Brochure. Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie (VIB), Gent. 15 p.

VIB, 2000. **Biotechnologie beter begrijpen. Klonen.** Brochure. Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie (VIB), Gent. 15 p.

VAN GOOL A., P. 1997. **Van nucleotide tot genoom.** Het genetisch elan. Garant Leuven. 269 p.

