

SPECIES 2017

Wat is een species, wat is een subspecies, wat is een forma, zijn freaks subspecies.

Wat bepaalt wanneer een levend wezen een volwaardig ander species is.

Wat zijn genen, voor wat dienen genen, hoe werken genen.

Wat zijn mutaties, zijn mutaties eerder een kwaal of een zegen.

SPECIES 2017 – samenvatting 1.

- DNA sequencing wordt in vele disciplines gebruikt. Zeker in geneeskunde en in de biologie.
- Genen coderen voor de aanmaak van eiwitten. Op één streng van de chromosomale double helix wordt via rRNA het gen afgelezen (cfr. scannen van een streepjescode) en gecopieerd. Elke triplet (bestaande uit combinatie van 3 van de ATGC basen) leest dan af voor incorporatie van een welbepaald aminozuur in de betrokken eiwitsynthese.
- Er is een ingewikkeld besturingssysteem dat door verschillende prikkels wordt gestuurd, met richtingsaflezing, startindikatoren, intronen en vooral het opzoeken van exonen (pre-genen) die zelf eerst nog opgefrist moeten worden.

SPECIES 2017 – samenvatting 2.

- Voor het bepalen van specificiteit/(subspec.) en voor het opstellen van cladogrammen (gemeenschappelijke afstamming) wordt om wetenschappelijke, maar ook om praktische redenen vooral mitochondriaal DNA/RNA gebruikt.
- Dit geeft slechts een deel van het genoom weer.
- W.G.S. Whole Genome Sequencing is nog geen standaard in de malacologie, vooral ook om financiële redenen.

SPECIES 2017 – samenvatting 3.

- Onder genotype verstaat men de totale genetische bagage die een wezen bezit.
- Onder fenotype verstaat men hoe het wezen er uit ziet. Het fenotype bezit per definitie belangrijke gemeenschappelijke species herkenbare kenmerken, maar terzelfdertijd ook individuele verschillen afhankelijk van de ontwikkelingsomstandigheden (voedsel overvloed of schaarste, ziekten, traumata enz.)

SPECIES 2017 – samenvatting 4.

- Door deze beperking spelen begrippen als het sympatrisch versus allopatrisch bestaan een grote rol bij de uiteindelijke beslissing of het om een species, dan wel om een subspecies gaat.
- Hybriden worden niet als species beschouwd maar als “accidents de la nature”, vooral omwille van hun onmogelijkheid om met een gelijkaardige hybride voort te planten. Voortplanting met een genitor like item is mogelijk, maar met retrogressie van de vrucht naar het ouderlijk genoom.

SPECIES 2017 – samenvatting 5.

- Natuurlijke mutaties zijn onvermijdelijke aflees”fouten” bij het kopiëren van het genoom (dat bestaat uit enkele miljarden basen!).
- Natuurlijke mutaties komen met een bepaalde frekwentie voor. Hierdoor kan men met goede benadering genetische veranderingen in de tijd bestuderen.

SPECIES 2017 – samenvatting 6.

- Mutaties zijn de “redding” van de evolutie. Doorheen mutaties is overleving van individuen aan veranderingen – en soms drastische veranderingen - in de omgeving mogelijk.
(cfr. verdwijning van >90% van alle “grote” dieren, o.a. dinosauri, t.g.v. een meteorinslag zo een *** miljoen jaren geleden).

Inleiding: species – subspecies – formae – genetica en hoofdpijn.

- 1. Nog een definitie van “species”.
- 2. Basis historiek.
- 3. DNA: een beetje uitleg voor “dummies”.
- 4. Species: sympatrisch, allopatrisch, natuurlijke mutaties, cladogram, species, subspecies, mDNA/Rna.
- 5. Varia.
- 6. Literatuur.

1. Nog een definitie van species 1a.

- Onder **species** verstaat men levende organismen die in staat zijn om afstammelingen te genereren die (volledig) gelijken op hun “schepper(s)”, en die op hun beurt bekwaam zijn van zelf voor afstammelingen te zorgen die dezelfde eigenschappen bezitten (gelijkenis en voortplantingscapaciteiten).
- De manier waarop voor afstamming wordt gezorgd is hier van geen belang (geslachtelijk, ongeslachtelijk, knopvorming, parthenogenese).

1. Nog een definitie van species 1b.

- **Hybrieden:** zijn 1^{ste} graadsafstammelingen van twee verschillende, (maar sterk verwante) species. (bv. paard en ezel)
(F1 afstamming: ME + VP = mule/muilezel,
VE + MP= hinny/muieldier/muilezelin).
- Hybrieden zijn: “accidents de la nature (sic.)” (zegt niets maar klinkt toch mooi).
 1. meestal zijn ze onderling niet vruchtbaar (?),
 2. indien toch voortplanting met een specimen van een van de ouderspecies gebeurt, dan is er meestal (altijd) terugvloeit naar het oorspronkelijk fenotype en genotype.

1 Nog een definitie m.b.t. species 1c.

- Genotype / fenotype:

Fenotype: is hoe het beestje er uit ziet, wordt niet alleen bepaald door de genetische bagage, maar is ook afhankelijk van levenswijze, groei en omgeving (voldoende voeding of tekorten, ziekten, parasieten en nog veel meer omgevings factoren)

Genotype of genoom: de maximale genetische mogelijkheden.

1. Nog een definitie van species 1d.

- In theorie hebben alle individuen behorend tot hetzelfde species **identiek** hetzelfde DNA.
- Rectificatie: de individuen behorend tot hetzelfde species hebben voor 99,9.. identiek DNA. Binnen dezelfde species zijn er onvermijdelijk zeer kleine **verschillen in DNA** . Dit maakt dat we er allemaal toch licht anders uitzien.

2.Een beetje historiek 2.a.

- 2a. Carl von Linné: 1758 Binomiale taxonomie in zijn *Systema Naturae*.
- 2b. Charles Robert Darwin: 1859 *On the origin of species*.
- 2c. Gregor Mendel: 1865/1866 Mendel's evelijkheidswetten.

2 Een beetje historiek 2.a.

- 2d. Chromosomen – squash methode/ banding/ sorteren op grootte en plaats centromeer.
- 2e. Watson en Crick: 1953 the double helix – Nobelprijs 1962.
- 2f. Miller-Urey experiment: 1953 theorie over de mogelijke oorsprong van leven.
- 2g. Human Genome Project: 1990 - 2003.

2.Een beetje historiek 2a.

- Carl von Linne later geadeld tot Carolus Linnaeus. Zweeds geneesheer, botanicus en zooloog.
- 1758 **Systema Naturae**.
- *(Het systeem, nu gekend als binomiale nomenclatuur, was reeds 200 jaren voordien deels ontworpen door de gebroeders Bauhin ([Gaspard Bauhin](#) en [Johann Bauhin](#)).^[138]).

2 Een beetje historiek 2b.

- Charles Robert Darwin: 1859: **On the origin of species**. (Beagle – Galapagos o.a.).
- *Zoals steeds nooit volledig alleen ontdekt: Charles Darwin schreef in 1858, dus een jaar voordien te samen met Alfred Russel Wallace: ***On the Tendency of Species to form Varieties; and on the Perpetuation of Varieties and Species by Natural Means of Selection.***

2.Een beetje historiek 2b.

- Charles Robert Darwin: 1859: On the origin of species.
- Wisselwerking ts. species en zijn omgeving. Overleving door de nodige aanpassing van de species in een veranderende natuur.
- Moderne evolutionaire uitleg: de **overleving van** niet per se de fittest, noch de strongest, maar wel **van de most adapted** aan nieuwe situaties.

2. Een beetje historiek 2c.

- Gregor Mendel: 1865/1866 . **Mendel's wetten van overerving/erfelijkheid:**
- 1.Law of segregation.
- 2.Law of independent assortment.
- 3.Law of dominance:
De paarse en witte reukerwtenbloempjes: begrippen dominant/recessief
(K+K= paars, K+k= paars, k+K= paars, alleen k+k=wit).

2.Een beetje historiek 2c.

- 1.Law of segregation: During gamete formation, the alleles for each gene segregate from each other so that each gamete carries only one allele for each gene.
- 2.Law of independent assortment: Genes for different traits can segregate independently during the formation of gametes.
- 3.Law of dominance: Some alleles are dominant while others are recessive; an organism with at least one dominant allele will display the effect of the dominant allele.
De paarse en witte reukerwtenbloempjes:
begrippen dominant/recessief
($K+K=$ paars, $K+k=$ paars, $k+K=$ paars, alleen $k+k=$ wit).

2 Een beetje historiek 2d1.

- Chromosomen.
- Mens 23 paar + sexchromosomen X en Y.
Het ganze menselijke genoom is gekend (cfr. "HGP").
- Cypraea ongeveer 55 chromosomen?
- Meeste (week)dieren: genoom slechts partieel gekend (mDNA/mRNA).
- Bij commerciele dieren is het genoom uitgebreider onderzocht (belangrijke financiële implicaties: ziekte, resistentie enz.).

2 Een beetje historiek 2d2.

- Vroeger onderzoek tot juist voor de DNA analyse: “squash” methode: kern laten opzwellen en dan “ontploffen”, individuele chromosomen(paren) worden gekleurd (banding) en gerangschikt volgens grootte, plaats van het centromeer en gelijkenissen/verschillen in banding (heb ikzelf nog meegemaakt).

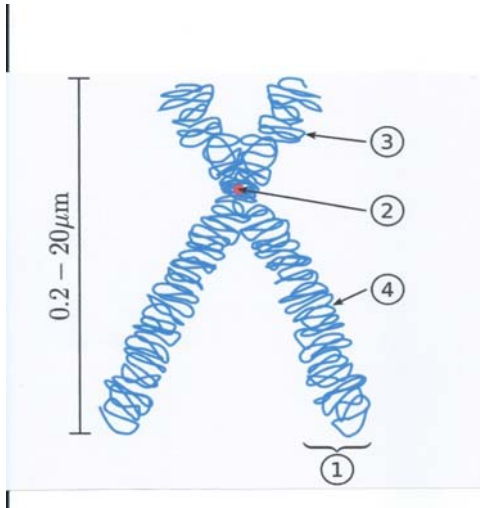
2 Een beetje historiek 2d2

- Kernsquashing – chromosoomanalyse.
- Chromosomes are normally visible under a light microscope only when the cell is undergoing the [metaphase](#) of [cell division](#). Before this happens, every chromosome is copied once ([S phase](#)), and the copy is joined to the original by a [centromere](#), resulting in an X-shaped structure. The original chromosome and the copy are now called [sister chromatids](#). During metaphase, when a chromosome is in its most condensed state, the X-shape structure is called a metaphase chromosome. In this highly condensed form chromosomes are easiest to distinguish and study.^[1]

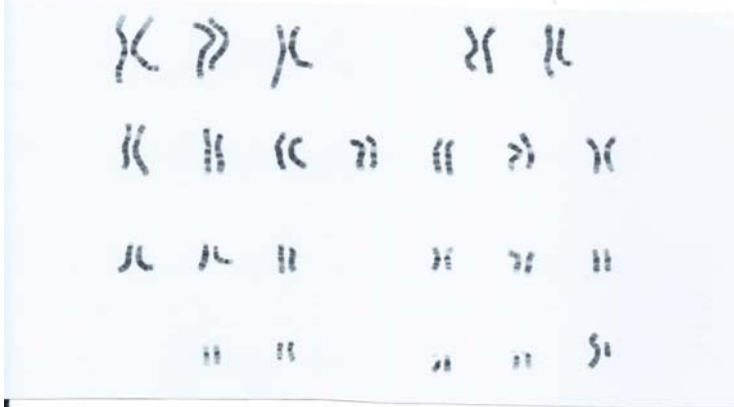
2 Een beetje historiek 2d3

- **Chromosoom in metafase** (court.Wikipedia)

1 chromatine, 2 centromeer,
3 korte arm, 4 lange arm



Karyogram (pic.court.Wikipedia)



2 Een beetje historiek 2e.

- **Watson en Crick: 1953:DNA – the double helix. 1962 Nobelprijs voor Geneeskunde/Fysiologie.**
- *The First Piece of the Puzzle: **Miescher: discovers DNA.**
- * Laying the Groundwork: **Levene: investigates the structure of DNA.**
- * Strengthening the Foundation: **Chargaff: formulates his “rules”. n pur. = n. pyr.**
- **Putting the Evidence Together: Watson and Crick Propose the Double Helix 1953.**

2 Een beetje historiek 2f 1.

- **Human** Genome project:
- determining the sequence of nucleotide base pairs that make up human DNA (meer dan 3 miljard).
- and of identifying and mapping **ALL** of the genes of the human genome (22.300 protein coderende genen).
- Begonnen in 1990 – beindigd in 2003.

- The project was not able to sequence all the DNA found in human cells. It sequenced only "euchromatic" regions of the genome, which make up 92% of the human genome. The other regions, called "heterochromatic" are found in centromeres and telomeres, and were not sequenced under the project.^[22]
- The Human Genome Project was declared complete in April 2003. It was reported to cover 99% of the euchromatic human genome with 99.99% accuracy, a major quality assessment of the human genome sequence was published on May 27, 2004 indicating over 92% of sampling exceeded 99.99% accuracy which was within the intended goal.^[23]

2. Een beetje historiek 2f 2.

- **Human** Genome Project.
Key findings of the draft (2001) and complete (2004) genome sequences include:
- There are millions of nucleotide base pairs and approximately 22,300^[28] protein-coding genes in human beings, the same range as in other mammals.

- The human genome has significantly more segmental duplications (nearly identical, repeated sections of DNA) than had been previously suspected.^{[29][30][31]}
- At the time when the draft sequence was published fewer than 7% of protein families appeared to be vertebrate specific.^[32]

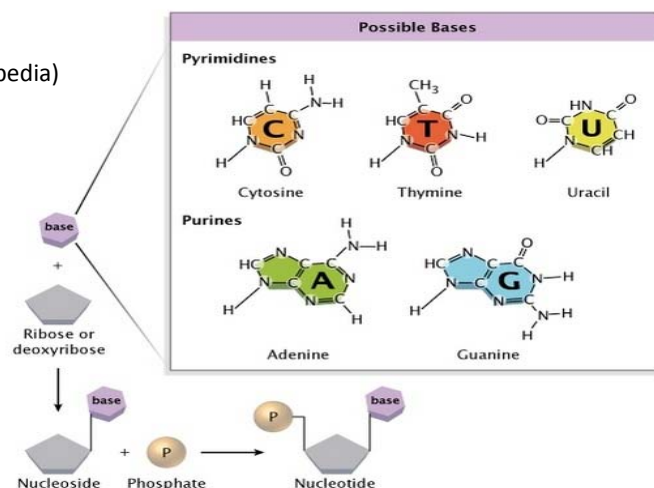
2. Een beetje historiek 2f 2.

- Meeste (week)dieren: genoom slechts partieel gekend (bv alleen delen van mDNA/mRNA).
- Bij commerciële uitbating van dieren is het genoom uitgebreider onderzocht (belangrijke financiële implicaties: ziekte, resistentie, aantrekkelijk uitzicht, houdbaarheid bij “ontginning” enz.).

The chemical structure of a nucleotide.

A single nucleotide is made up of three components: a nitrogen containing base, a five-carbon sugar, and a phosphate group. The nitrogenous base is either a purine or a pyrimidine. The five carbon sugar is either a ribose (in RNA) or a deoxyribose (in DNA) molecule.

(pic.court.Wikipedia)



What is Chargaff's rule?

All DNA follows Chargaff's Rule, which states that the total number of purines in a DNA molecule is equal to the total number of Pyrimidines.

(pic.court.Wikipedia)

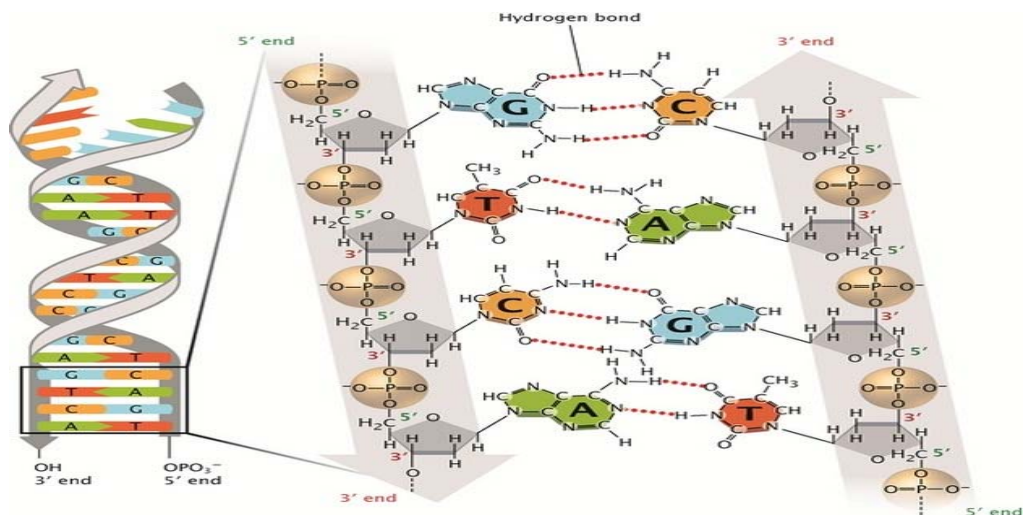
Total Purines = Total Pyrimidines



Base pairing in DNA.

Two hydrogen bonds connect T to A, three hydrogen bonds connect G to C. The sugar-phosphate backbones (grey) run anti parallel to each other, so that the 3' and 5' ends of the two strands are aligned.

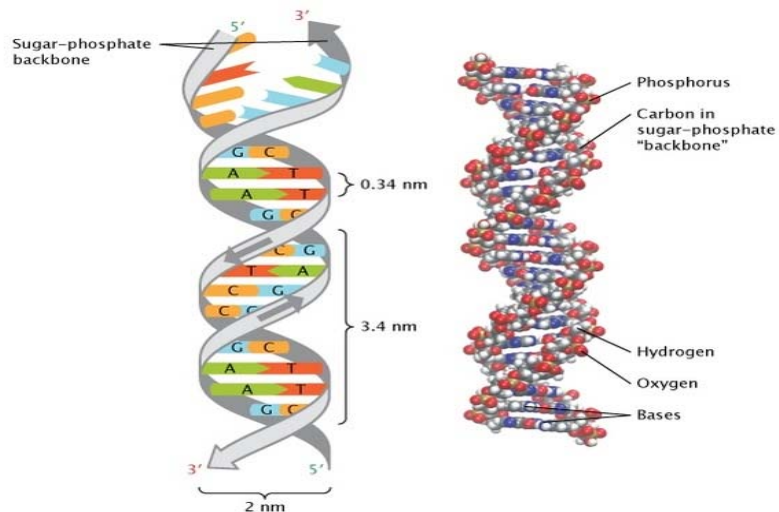
(pic.court.Wikipedia)



The double-helical structure of DNA.

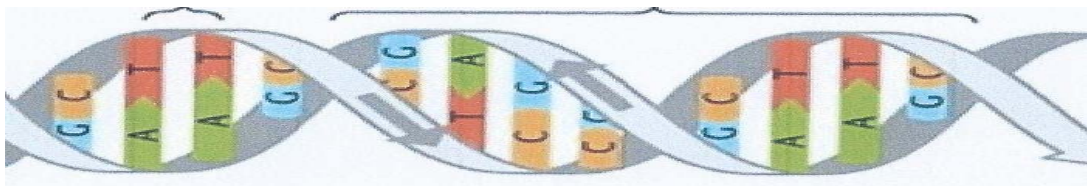
The 3-dimensional double helix structure of DNA, correctly elucidated by James Watson and Francis Crick. Complementary bases are held together as a pair by hydrogen bonds.

(pic.court.Wikipedia)



Vereenvoudiging

1. De double helix ((pic.court.Wikipedia)



2. ATG ACG TGG GAC ATG ATG TTA GAC CCC TAA ATG TGA TTC
TAC TGC ACC CTG TAC TAC AAT CTG GGG ATT TAC ACT AAG
Ingebeelde onontrolde dubbele streng – de nucleotiden opvolging is random veranderd en reeds in tripletten ingedeeld

3. ATG ACG TGG GAC ATG ATG TTA GAC CCC TAA ATG TGA TTC
Ingebeelde enkele streng (bovenste) aflezen van li naar rechts – (de nucleotiden opvolging is random veranderd cfr.)

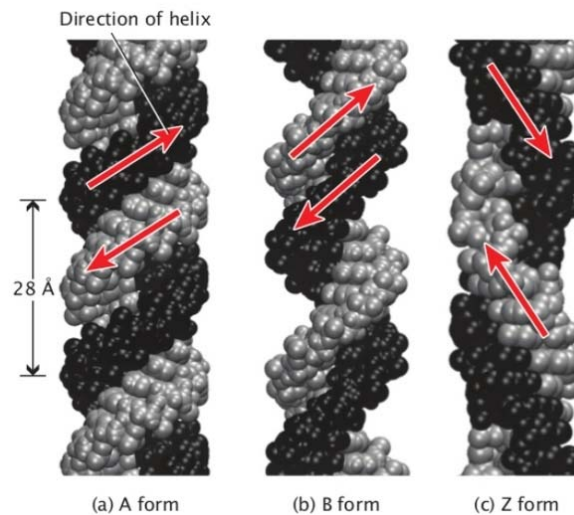
Three different conformations of the DNA double helix.

(A) A-DNA is a short, wide, right-handed helix.

(B) B-DNA, the structure proposed by Watson and Crick, is the most common conformation in most living cells.

(C) Z-DNA, unlike A- and B-helix.

(pic.court.Wikipedia)



3 DNA analyse 3a.

- DNA analyse: vooral in menselijke genetica
 1. oorspronkelijk manueel: (zeer) traag , arbeidsintensief.
 2. automatisering : probes (sondes) – exponentiele versnelling in diagnostiek.
 3. belangrijke verbeteringen: PCR – RNA sequencing. (PCR = polymerase chain reaction= infinitesimaal dupliceren van kleine hoeveelheden te onderzoeken materiaal).
 4. WGS: whole Genome Sequencing.

3 DNA analyse 3b.

Verklaring van voorname termen:

- DNA double helix - dubbele spiraal

(N bevattende)Basen: purines/pyrimidines A, T, C, G, (U)

opm. U= uracyl codeert voor T alleen in RNA, nooit in DNA

Nucleoside: base + vijf koolstof suiker (ribose/dextrose)

Nucleotide: nucleoside + fosfaat group.

- Gen – wat zijn genen, wat doen genen
Intronen, exonen, triplet
- RNA, mRNA, mitRNA

3 DNA analyse 3c.

- **Chemisch zijn genen een bepaalde opvolging van nucleotiden** (van enkele tientallen tot verschillende honderden per gen). Er zijn miljarden nucleotiden paren. (cfr. in ons vereenvoudigd model van enkele streng)
ATGACGTGGGACATGATGTTAGACCCCTAA (X 10 tot de 9^{de})
- **Genen coderen voor de aanmaak van eiwitten/proteïnen** (bij de mens iets minder dan 23.000 (+/- 22.300)voor eiwit coderende genen, verdeeld over miljoenen basen)
- Bij het aflezen van het DNA door RNA **coderen telkens 3 opeenvolgende basen “tripletten”** in het gen voor de incorporatie van een welbepaald AZ in de eiwitopbouw.
ATG ACG TGG GAC ATG ATG TTA GAC CCC TAA

3 DNA analyse 3c.

- Het totaal genoom, verdeeld over verschillende chromosomen (aantal chromos. afh. van soort) leest als één boek.
- Voor Homo Sapiens: verschillende (>3 miljard) nucleotide paren die ongeveer 22.300 voor eiwit coderende genen bevatten.
- Rechthoekig uitgerold ZOU dit een lengte van 2,8 meter beslaggen? (vind ref. info niet terug).

3 DNA analyse 3d

- **Intronen – exonen**

... ATG TTA GAC CCC - ATG ACG TGG GAC ATG ATG TTA GAC CCC TAA - ATG ACG TGG ATG - ACG TGG GAC ATG TTA GAC CCC TAA - GAC ATG TTA GAC CCC TAA CGT - TGC ATA ...

- Intronen: bezitten geen gen coderende eigenschappen, zij hebben wel besturende werking bij het aflezen van de in de exonen gestockeerde genen (tesamen met nog een hele hoop andere besturende elementen).
- Exonen: bij het aflezen van het exon door RNA worden eerst nog enkele (niet significante) nucleotiden verwijderd, in ons voorbeeld bv. de onderlijnde laatste ATG.
ATG ACG TGG GAC ATG ATG TTA GAC CCC TAA
- Uiteindelijk gen in ons voorbeeld:
ATG ACG TGG GAC ATG TTA GAC CCC TAA

3 DNA analyse mutaties 3 e.

- Mutaties: bij de transcriptie van het uit 3 miljard basen tellende DNA gebeuren continu* kleine overschrijffouten. Er zijn wiskundige modellen die het optreden en frequentie in de tijd van natuurlijke mutaties benaderend berekenen. (Helaas?) is het optreden van natuurlijke mutaties voor alle species verschillend.

*frequentie voor Homo Sapiens +/- 40 a 50 puntmutaties per generatie**, waarvan het overgrote deel zonder betekenis. Toch kan 1 puntmutatie uitzonderlijk katastrofale gevolgen hebben wanneer het codeert voor een belangrijk eiwit en ligt dan aan de basis van een "syndroom".

** 40 a 50 puntmutaties, = 40 a 50 tripletten, betekent 120 a 150 basen op de 3 miljard basen, t.t.z.: 1 twintig miljoenste = infinitesimaal kleine verandering per generatie.

Gans de evolutie leer is gebaseerd op het vermogen te muteren.

3 DNA analyse mutaties 3 e.

- Theoretisch voorbeeld van een (natuurlijke) kleine mutatie (puntmutatie):

oorspronkelijk gen:

TGG GAC ATG TTA GAC CCC TAA

door een natuurlijke "copieerfout" (mutatie) wordt in het 5^{de} triplet van ons oorspronkelijk gen de A base door een T base vervangen:

TGG GAC ATG TTA GTC CCC TAA

3 DNA analyse mutaties 3 e.

- Kleine mutaties cfr.puntmutatie supra hebben meestal geen onmiddellijk belang, (het geproduceerde proteïne zal ongeveer conform aan de oorspronkelijke bestelling zijn).
- Grotere of multiële mutaties hebben wel een onmiddellijke implicatie.

3 DNA analyse mutaties 3 e.

- In medische genetica is er rangschikking van 1 naar 5 voor bepaling van betekenis van een mutatie:
zonder betekenis - waarschijnlijk z - mogelijks b
- waarschijnlijk b - zeker betekenis
- Naast natuurlijke mutaties bestaan er nog verschillende door andere oorzaken veroorzaakte mutaties (omgeving, toxica, nucleair afval).

3 DNA analyse mutaties 3 e.

- Gans de evolutie leer is gebaseerd op het vermogen te muteren.
- Gelijkenissen in DNA: voor afstamming/ cladogram stamboom.
- Verschillen in DNA: voor speciatie/ subspeciatie

3 DNA analyse mutaties 3 e.

- Bepaling van verwante species is gebaseerd op **kleine verschillen in het genoom/DNA.**
- Bepaling van subspecies is gebaseerd op **ZEER kleine verschillen in het genoom/DNA** – sympatriciteit en allopatriciteit zijn hierbij mee bepalend.
- Cladogram gebaseerd op gelijkenissen in het DNA/genoom (genera en subgenera) – gemeenschappelijke vooroudes

4 Sympatrisch - allopatrisch.

- Bij het toekennen van species/subspecies rang spelen ook nog andere belangrijke factoren mee:
met hetzelfde DNA patroon gelden volgende regels:
- Komen twee zeer verwante vormen sympatrisch voor - zonder tussenvormen – **m.a.w. planten zij zich blijkbaar onderling NIET voort**, dan worden ze veel gemakkelijker als afzonderlijke species aanvaard.
- Komen twee zeer verwante vormen allopatrisch voor dan is er waarschijnlijkheid tot subspecifieke evolutie: **theoretisch** neemt men aan dat moesten deze twee vormen bij elkaar worden geplaatst dan zouden zij nog met elkaar kunnen voortplanten. De geografische barriere belet dit. Subspeciatie is een trap naar uiteindelijk speciatie.

4 Sympatrisch – allopatrisch – veliger larven versus broedzorg -“inteelt”

- Veliger larven hebben per definitie een veel groter verspreidingsgebied
- dan eikapsels met broedzorg.
- Bovendien zorgt enge geografische afzondering voor weinig uitwisseling van licht verschillend DNA en zorgt dus voor “inteelt”, tot groot genoegen van verzamelaars
Cfr. Australische armeniaca's en zoila's,
Cfr. Zuid Afrika Kaapse cypraeovulidae.

4 Species

- Species / (zeer zeldzame hybriede)
- Subspecies
- Varianten:
 - ecomorfen
 - WRSL / WRSS
 - freaks = “misbaksels”:
 1. niet genetische oorzaak
 - bv.: scheepwrak roestkleur
 - bv.: niger/rostratie: GEF? =hormoon like faktor in de omgeving?
(GEF= GROWTH ENHANCING FACTOR)
 - e.a.: parasieten, traumata, pollutie.
 2. genetische oorzaak
 - bv.: totale pigmentstoring (albinisme),
partiele pigmentstoring (rufinism)
- (Frauds= vervalsing).

4 Species

- Varianten
 - **ecomorfen**= door omgevingsfactoren beïnvloed:
bv. scheepswrak (roest), “overcast”.
Bv. kleine populaties (voedselschaarste).
 - **niet genetisch bepaalde freaks**:
herstel na ongeval, parasitose, gerontische specimen,
nigerisatie (“hormonaal?”).
 - **genetisch bepaalde freaks**: open mouth, dubbel
kanaal, **reverse gedraaid**,
kleurvariant t.g.v. melanine stoornis
partieel: rufinisme,
totaal: albinisme

5 Varia

- Materiaal voor studie best bewaren op ethanol 70-99(100)%.
- Mitochondriaal DNA/mRNA wordt het meest gebruikt , eenvoudig omdat dit **mDNA/mRNA gemakkelijk te extraheren en te verwerken is.**
- Mitochondriaal DNA heeft nog een ander belangrijk voordeel: **het opmaken van stambomen:** cfr. next slide.
- De mitochondrien zijn onze energie producerende organellen.

5 Varia

- Mitochondriaal DNA heeft nog een ander belangrijk voordeel: **het opmaken van stambomen:**
 - de eicel is een “fabriek” die enorm veel energie nodig heeft, en heeft daarom veel mitochondrien (de energie producenten).
 - de zaadcel is een zeer gerichte “raket” met maar 1 enkele - en bovendien ondankbare - taak : zo vlug mogelijk het doel bereiken, en slechts 1 zal het halen! Daarom is de zaadcel gestroomlijnd: een kernkop en een voortbewegingsapparaat, ontdaan van elk mogelijke ballast : zeer beperkte hoeveelheid energie en geen mitochondrien.

5 Varia

- Er is bij de beoordeling van vooral subspecies ook een zekere subjektieve interpretatie door de competente experts en afhankelijk van ingesteldheid (lumping/splitting/publicitis).
- Beperkingen?: nucleus en granulata, twee verwante maar ondubbelzinnig herkenbare cypraea hebben IDENTIEK HETZELFDE mDNA (voor zover het onderzochte mDNA).

5 Varia

- De oorsprong van leven?
 - God – creationisme.
 - [Miller-Urey experiment](#) 1953: mogelijke rol van blikseminslag bij metamorfose van anorganisch naar (pre)organisch materiaal (en varianten op deze theorie).
 - meteorieten (theoretisch niet onmogelijk maar is verleggen van het probleem: hoe is leven dan elders ontstaan).

5 Varia

- Electric sparks can generate amino acids and sugars from an atmosphere loaded with water, methane, ammonia and hydrogen, as was shown in the [famous Miller-Urey experiment](#) reported in 1953, suggesting that lightning might have helped create the key building blocks of life on Earth in its early days. Over millions of years, [larger and more complex molecules could form](#). Although research since then has revealed the early atmosphere of Earth was actually hydrogen-poor, scientists have suggested that [volcanic clouds in the early atmosphere](#) might have held methane, ammonia and hydrogen and been filled with lightning as well.

6 literatuur

- Bezoek ook Dr.Chris P.Meyer database.
- James D. Watson: The Double Helix.
- [Human Genome Project - Wikipedia](#)
en.wikipedia.org/wiki/Human_Genome_Project
- Marco Passamonti: Beautifulcowries: zeer didactisch ook voor de outsider
BC n.2 Everything You always wanted to know about DNA deel 1 door Marco Passamonti.
En Erosaria irrorata of Naria erosa door Mirco Bergonzoni.
BC n.3 Everything You always wanted to know about DNA deel 2 door Marco Passamonti.
BC n.4 Hybrids in cowries door Marco Passamonti.
BC n.5 Paraphyletic or monophyletic door Mirco Bergonzoni
BC n.8 Sinistrality door Moshe Erlendur Okon: Reverse coiling wordt veroorzaakt door een gen dat codeert voor de productie van het eiwit formin.

