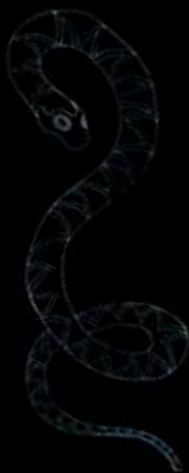


Genoom

Jaanus Rohumaa / Triin Sinissaar



Alguks oli maa dihi ja pölgas
ja pimekus kõlguis vete kohal.
Ja siis ilmusid ookeanisse mikrootüübid
ja väe, keel said lohtu
ja moodustasid põhilülksatse DNA
ja geosom ritle ritle -
saagu xela pölgis ja vaata,
neid sai ilmuta hult
ja nõnda sai nendest lõpuks inimene
ja esimene päev.

Jaanus Hinnaal
2003



TALLINNA LINNATEATER

Jaanus Rohumaa / Triin Sinissaar

genoom

Jaanus Rohumaa / Triin Sinissaar

genoom

Lavastaja **Jaanus Rohumaa**

Kunstnik **Mae Kivilo**

Muusika ja surround mix **Tiit Kikas**

Lavastust on aidanud ette valmistada
dramaturg **Mari Tuuling** ja professor **Erkki Truve**.

Lavastuses on kasutatud katkendeid
Christopher Marlowe' näidendist „Doktor Faustus“
(tõlkinud Krista Mits, Eesti Raamat 1983).

„Genoomi“ trupp tänab
Tallinna Tehnikaülikooli Geenitehnoloogia Instituuti,
Kiur Aarmat, Jaan Tootsenit, Toomas Suurväravat
ja professor Ivar Puurat.

Etendus on kahes vaatuses.

Esietendus 25. märtsil 2006 Väikeses saalis

Teatri peanäitejuht: Elmo Nüganen

Teatri direktor: Raivo Põldmaa

Osades:

Tristan – **Alo Kõrve**

Joosep – **Indrek Ojari**

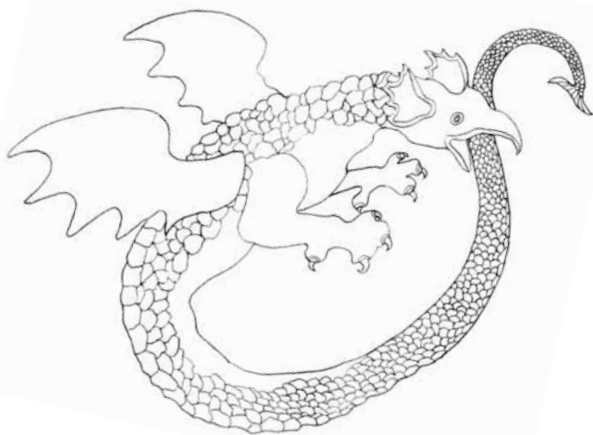
Saara – **Elisabet Tamm**

Elf – **Bert Raudsep**

Sass – **Kalju Orro**

Heredy – **Rein Oja** (külalisena)

Etenduse juht: Tiina Kukli



Geneetika on uus teadus. Elu planeedil Maa on 3 miljardit aastat vana. DNA struktuur avastati aastal 1953. Praegu laineid lööv insenergeneetika sai hoo sisse 1970ndatel. Termin „geneetika“ ise võeti kasutusele vaid sada aastat tagasi.

Tähelepanekuid inimeste pärilike erinevuste kohta tehti juba antiik-Kreekas, rääkimata hilisematest sajanditest, kuid läbimurdele hakati lähemale jõudma 19. sajandil seoses taimede ristamisega. Sooritanud aastatel 1856-63 hübriidiseerimiskatseid aedherne sortidega, avastas augustiini munk Gregor Mendel pärilikkustegurid (geenid) ning nende pärandumise ja kombineerumise põhiprintsiibid. Paraku pälvis tema töö tähelepanu alles aastal 1900, pärast autori surma. Peagi tõestati Mendeli seaduste kehtivus ka loomadel ja inimestel.

20. sajandi esimesel poolel tõi geneetika areng päevakorda eugeenika – õpetuse inimkonna pärilike omaduste parandamisest populatsiooni „kvaliteedi“ tõstmiseks. Sellega kaasnes maailma erinevates riikides mitmeid seadusi, mis lubasid näiteks vaimuhaigete, kurjategijate ja krooniliste alkohoolikute steriliseerimist. Inimesegeneetika sattus sügavasse kriisi.

Pärilikkuse molekulaarsete aluste ja biokeemiliste protsesside väljaselgitamise tegi võimalikuks geneetiliste uurimiste laiendamine mikroorganismidele ja viirustele ning keemiliste ja füüsikaliste uurimismeetodite kasutuselevõtt, kuid 1950ndate alguses jäi geneetilise informatsiooni kodeerimise printsiip ikka veel mõistmatuks, sest ei tuntud DNA molekulaarstruktuuri ja geneetilist koodi.

**Francis Crick ja James Watson
kaksihkeeliksi mudeliga (1953).**



Molekulaargeneetika sünniaastaks peetakse 1953. aastat, mil ameerika viroloog-biokeemik James Watson ja inglise biofüüsik Francis Crick avastasid Cambridge'is DNA molekulaarstruktuuri (DNA kaksikeeliks). Avastuse tegemisel lähtusid nad muuhulgas Londoni King's College'is töötanud Maurice Wilkinsi ja Rosalind Franklini poolt saadud röntgenstruktuuranalüüsi andmetest. Aastal 1962 pälvisid Crick, Watson ja Wilkins selle töö eest Nobeli preemia.

1960ndatel selgus, et geneetiline kood on universaalne, see tähendab ühesugune nii bakteritel, taimedel, seentel kui loomadel, sealhulgas inimesel. Avastati esimesed kromosoomhaigused, võeti kasutusele prenataalse geneetilise diagnoosi meetodika jpm. Tehnogeneetika ehk insenergeneetika – molekulaargeneetika ja rakubioloogia rakendusmeetodite süsteem, mida võib kasutada organismide kloonimiseks, organismi geneetilise struktuuri (genoomi) peenuurimiseks ja sihipäraselt muudetud pärilike omadustega rakkude ning organismide saamiseks – sai alguse 1970ndatel.

1990. aastal algatas USA valitsus rahvusvahelise Inimgenoomi Projekti, mille eesmärgiks oli kaardistada kogu inimese DNA järjestus. Projekt avaldas oma tulemused aastal 2003. Tänapäeval on geenitehnoloogiast saanud nii miljonibisnis kui kiirelt arenev uurimisvaldkond. Ka Eestis tegeleb sellega ligi kolmkümmend ettevõtet ja üle kümne teadus- ja arendusasutuse.

**Maurice Wilkins oma laboris
King's College'is.**



Rosalind Franklin (1920-1958).



Richard Dawkins „Jõgi Eedenist“ (Ilmamaa 2000, tõlkinud Aivo Lõhmus)

Niikaua, kui DNA-d edasi antakse, pole üldse oluline, kes või mis selle käigus viga saab. Darwini käguvamplase geenide jaoks on parem, et vastne, kellesse ta muneb, oleks elus ja seetõttu värske, kui teda süüakse. Milliste kannatuste hinnaga see toimub, pole oluline. Geenid ei hooli kannatustest, sest nad ei hooli üldse mitte millestki.

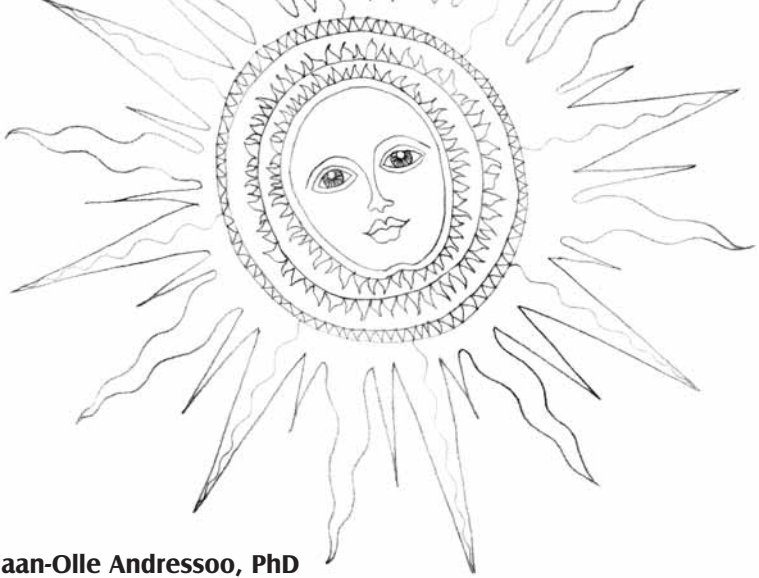
Kui Loodus oleks heatahtlik, võiks ta lõppude lõpuks teha pisikese möönduse ja vastsed tuimestada, enne kui nad seestpoolt elusast peast ära süüakse. Ent Loodus ole ei heatahtlik ega pahatahtlik. Ta pole ei kannatuste vastu ega ka mitte nende poolt. Loodus ei ole huvitatud ühestki kannatuse viisist, välja arvatud siis, kui see mõjutab DNA ellujäämist.

Universumil, mida me vaatleme, on täpselt niisugused omadused, mida me võiksime oodata, kui selle aluseks pole ei plaane ega kavasid, ei eesmärke ega sihte, ei kurja ega head ega üldse mitte midagi peale pimedada, halastamatu ükskõiksuse.

DNA ei hooli ega tea. DNA lihtsalt on. Ja meie tantsime tema pilli järgi.

/.../

Geenid kujutavad endast puhast informatsiooni – informatsiooni, mida saab kodeerida, ümber kodeerida ja dekodeerida, ilma et selle omadused vähimalgi määral halveneksid või selle tähendus muutuks. Puhast informatsiooni võib kopeerida, ja et see on digitaalne informatsioon, on kopeerimise täpsus äärmiselt suur. DNA märgid on kopeeritud täpsusega, mis on suuteline konkureerima mistahes nüüdistehnika saavutusega. Neid on kopeeritud põlvkondade kaupa piisava hulga juhuslike vigadega, et sisse tuua variatsioone. Selle muutlikkuse seas on need kodeeritud kombinatsioonid, mille arvukus maailmas kasvab, ilmselgelt ja automaatselt need, mis oma dekodeerimise ja kehasse sisestamise järel sunnivad kehasid ette võtma aktiivseid samme, säilitamaks ja levitamaks just sedasama DNA sõnumit. Meie – ja see tähendab kõiki elusolendeid – oleme tegelikult ellujäämismasinad, mis on programmeeritud levitama just sedasama digitaalset andmebaasi, mis selle programmeerimise läbi viis.



Jaan-Olle Andressoo, PhD

(J.-O. Andressoo on õppinud Tartu Ülikoolis bioloogiat, tema enneaegse vananemise molekulaarseid mehhanisme käsitlev doktoritöö on valminud Erasmuse Ülikoolis Hollandis ja praegu uurib ta Helsingi Ülikooli biotehnoloogia instituudis Parkinsoni tõve tekkemehhanisme ja ravivõimalusi.)

Tänapäeva geenitehnoloogia on tulevikuala, kus panused sageli väga kõrged. On arusaadav, et institutsioon, olgu see siis akadeemiline või kommertsiaalne, mis saab enda kätte teadmise, kuidas valmistada ravimit näiteks Parkinsonismi, Alzheimeri tõve, mõne enamlevinud vähkkasvaja või AIDS-i vastu, evib teavet, mille rahaline väärtus ulatub astronoomilistesse numbritesse sel lihtsal põhjusel, et sihtgrupiks on arvestatav osa kogu meie planeedi elanikkonnast. Seetõttu on loomulik et tippteaduses käib vahel mäng hiigelpanustele, mõnikord on konkureerivate teadlaste või ettevõtete vahel käivas võistluses esmaavastaja või patendi saaja staatus nädalate, vahel koguni päevade või tundide küsimus. Nagu enamus muid teaduseid, on geenitehnoloogia jagunenud kaheks erinevaks sfääriks – akadeemiline ja kommertsiaalne. Viimasesse voolab sageli tohutult riskikapitali, esimene aga sõltub riiklike ja erafondide tihti mitte just külluslikust rahastamisest. Loomulikult seab taoline olukord teadlase ette valiku, kas kuuluda oma intellektuaalse loominguga head palka ja ressursse pakkuvale ettevõttele, kus tulemused kuuluvad firmaomanike kasumile orienteerunud ringile, või jääda akadeemilisse sfääri, kus loodud teave on avalik ja teenib kogu inimkonda. Kuigi tänapäeva – sealhulgas EL – teaduspoliitika teadvustab konfliktsituatsiooni ning astutakse samme intellektuaalse omandi staatuse ja rahastamise erisuse leevendamiseks, vastuolu kommerts- ja akadeemilise teaduse eesmärgipüstituse vahel jääb. Samuti ei kao küsimus, mis on ühiskonda saatnud sajandeid – kus ja kas üldse peaks teadusele seadma eetilisi ja/või religioonist tulenevaid piire? Ning kas teaduse poolt avastatu pole vahest mitte unustatud ja/või teistmoodi tajutud vana?

Teistmoodi vaatenurk

Antropoloog Jeremy Narby on kirjutanud raamatu „Kosmiline siug”, milles ta kõrvutab DNA struktuuri redeliga, mis on šamaanide nägemustes kõikjal üle maailma sümboliseerinud taevast ja maad ühendavat maailmatelge. Uurinud erinevate rahvaste mütoloogiat, tuvastas Narby väga paljudest kultuuridest – Lõuna-Ameerikast Hiinani ja Egiptusest Skandinaaviani – kosmilise mao (sageli kaksikmao) sümboli. Kaksikheeliksiks põimunud madude kujutist on leitud nii Mesopotaamia pitsatijäljendilt kui Amasoonia indiaanlaste joonistustest.

Jeremy Narby „Kosmiline siug” (Huma 2001, tõlkinud Inna Feldbach)

Tööhüpotees, mis mu tegevuse käigus kuju võttis, oli niisiis järgmine: nägemustes haarab šamaani teadvus molekulaartasandit ja pääseb ligi DNA-s talletatud informatsioonile, mille kandjaid nimetatakse hingestatud olevusteks või vaimudeks. Just siis nähakse kaksikheelikseid, keerdreideid ja kromosoomifaase. Ning just sellepärast on šamanistlikes kultuurides aastatuhandeid mõistetud, et kõiki olendeid hingestab ühesugune elualge, mis on kahe kokkupõimunud mao (või liaani või köie või redeli...) kujuline. DNA on nende hämmastavate botaanika- ja meditsiiniteadmiste läte, mille juurde pääseb üksnes „mitteratsionaalsetes”, nihestatud fookusega teadvusseisundites, kuigi sel moel hangitud teadmiste rakendusväljundit on võimalik empiiriliselt kontrollida. Niisuguste kultuuride müüdid on tulvil bioloogilisi kujundeid. Šamaanide metafoorsed selgitused vastavad aga üsna täpselt elusaine kirjeldustele, mida on hakanud esitama bioloogid.

Peyote – kaktusest saadav hallutsinogeen, mida Mehhiko indiaanlased on kasutanud iidsetest aegadest rituaalsetel eesmärkidel. Viimase paarisaja aasta jooksul on peyote levinud ka Põhja-Ameerika indiaanlaste hulgas.



Christopher Marlowe (1564-1593)

Inglise näitekirjanik ja poet Christopher Marlowe sai oma hariduse Cambridge'i usuteaduskonnas ja suundus seejärel Londonisse, kus ta asus näitleja ja dramaturgina tööle Lord Admiral's Company nimelises näitetrupis. Marlowe'd peetakse William Shakespeare'i olulisimaks eelkäijaks ja kirjandusteadlased on märkinud tema otseseid mõjutusi mitmetes Shakespeare'i teostes.

Marlowe' tuntumad tragöödiad „Tamerlan Suur” (u. 1587), „Doktor Faustus” (u. 1588), „Edward II” (u. 1592) on 1983. aastal ilmunud ka eesti keeles. Märkimist väärivad ka „Malta juut” (u. 1590) ja „Pariisi veresaun” (u. 1593) ning poeem „Hero ja Leandros” (1598), mille lõpetas George Chapman.

Andekas kirjanik hukkus vaid 29-aastasena kõrtsikakluses. Kuigi kohtus leiti, et mõrtsukas tappis enesekaitseks, usuvad paljud ajaloolased, et tegu oli Marlowe' poliitilisi salaülesandeid puudutava vandenõuga.

Tragöödia „Doktor Faustus” on pakkunud arutlus- ja vaidlusteemat nii kirjandusteadlastele kui teoloogidele, esitades vaheldumisi kalvinistlikke (käsitus Jumala ettenägelikkusest ja maailma seaduspärasusse sekkumatuses) ja antikalvinistlikke seisukohti ning põimides kristliku pealispinna alla skeptitsismi ja ateistlikku mässumeelsust.



FAUSTUS: Kus on siis põrgu?

MEFISTOFELLES: Ürgaine sisemuses, kuhu kõik me jääme piinatuna igaveseks.

Mefistofeles – üks peamisi deemoneid euroopa kirjanduses esinevas kristlikus mütoloogias. Nimi tuleb kreeka keelest ja tähendab „seda, kes kardab valgust”. Mefistofelest Piiblis ei esine, kuid mitmetes muudes kristlikes tekstides nimetatakse teda Lutsiferi esimeseks liitlaseks mässus Jumala vastu. Kui mässu tõstnud inglid paradiisist pagendati, langes Mefistofeles teisena pärast Lutsiferi ning sai tänu sellele põrgus tema paremaks käeks.

Mõisted

Desoksüribonukleiinhape ehk **DNA** – nukleiinhape, mille monomeerid (nukleotiidid) koosnevad sahhariidist desoksüriboosist, lämmastikalusest ning fosforhappe jäägist. Lämmastikalusteks on adeniin (A), guaniin (G), tümiin (T) ja tsütosiin (C). Üksik- või kaksikahelaline DNA lineaarse või rõngasja molekulina on organismides geneetilise informatsiooni kandja. DNA primaarstruktuur – nukleotiidide järjestus polüdesoksüribonukleotiidahelas – määrab aminohapete järjestuse valkudes. DNA sekundaarstruktuur on kaksikheeliks, mis moodustub kahe DNA ahela või ahelaosa paardumisel vesiniksidemete abil lämmastikaluste vahel komplementaarsuse põhimõttel ranges vastavuses: guaniin ühendub tsütosiiniga ja adeniin tümiiniga. DNA ahelad on omavahel antiparalleelsed, nagu peegelpilt.

Geneetiline kood – seaduspärasuste kogum, mille kohaselt DNA-st RNA-sse kandunud geneetiline informatsioon „tõlgitakse” nukleotiidide lineaarsest järjestusest polüpeptiidahela aminohapete lineaarseks järjestuseks.

Geen – DNA (viirustel ka RNA) lõik, pärilikkuse üksus. Geenid määravad kindlaks polüpeptiidahelate (valgumolekulide, ensüümide) ehituse (aminohapete järjestuse) ja talitluse ning nende kaudu organismi tunnuste kujunemise. Selliste geenide järgi toimub nii transkriptsioon (RNA süntees DNA-l) kui ka translatsioon (valgu süntees geneetilise koodi põhjal). Geenid paiknevad kromosoomides kindlates kohtades. Üks tunnus võib olla määratud ühe, mitme või paljude geenidega. DNA-s on piirkondi, kus pole genee kindlaks tehtud.

Genoom – ühes liigiomases kromosoomikomplektis sisalduv geneetiline materjal. Genoomi iseloomustatakse kromosoomide arvu ja tüüpide, DNA koguse, geenide arvu ning muu sellisega seonduva järgi. Inimese genoomi moodustavad 46 kromosoomi.

GMO ehk geenmuundatud organism – organism, kuhu on lisatud võõrast geneetilist informatsiooni, kasutades geenitehnoloogia meetodeid.

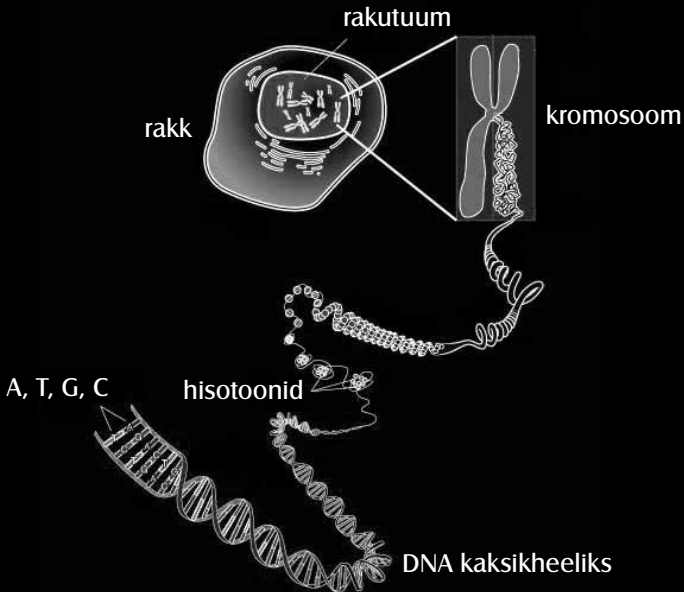
Ainult fanaatikutele

Matt Ridley „Genoom“

(ajakirjast Akadeemia 2002/2003, tõlkinud Kalle Hein)

Inimgenoom on omamoodi autobiograafia – geneetika keeles kirja pandud ülestähendus kõikidest muutustest ja uuendustest, mis on iseloomustanud meie liigi ja selle eellaste ajalugu alates elu kõige hämaramast koidikust. On geene, mis ei ole kuigivõrd muutunud juba sellest ajast saadik, mil esimesed ainuraksed olendid asustasid ürgmuda. On geene, mis arenesid siis, kui meie eellased olid ussitaolised. On geene, mis tõenäoliselt ilmusid esmakordselt siis, kui meie eellased olid kalad. On geene, mis eksisteerivad oma praegusel kujul ainult viimase aja epideemiade tõttu. Ja on geene, mille abil võiks kirjutada mõne viimase aastatuhande immigratsioonide ajaloo. Ajavahemikul neli miljardit aastat tagasi kuni kõigest mõnisada aastat tagasi on genoom olnud meie liigi omamoodi autobiograafia, talletades kõik tähtsamad ettetulnud sündmused.

/.../



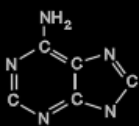
Inimese genoom – inimgeenide täielik kogum – on pakitud kahekümne kolme eraldi kromosoomipaari. Neist kaksikümmend kaks on nummerdatud ligikaudses suurusjärjestuses, järelejäänud paar koosneb aga sugukromosoomidest: kahest suurest X-kromosoomist naistel ning ühest X- ja ühest väikesest Y-kromosoomist meestel. Arvul 23 ei ole mingit tähtsust. Paljudel liikidel, sealhulgas meie lähimatel sugulastel ahvide seas, on rohkem kromosoomi ja paljudel on vähem. Samuti ei pruugi sarnaste funktsioonide ja sarnase ülesehitusega geenid koonduda ühtedele ja samadele kromosoomidele.

/.../

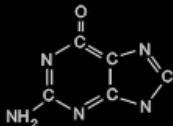
Inimese genoomis on tõenäoliselt 60 000-80 000 geeni ja mul ei ole võimalik teile neist kõigist rääkida, osalt sellepärast, et leitud on neid vähem kui 8000 (NB! Artikkel on kirjutatud aastal 1999.) ja osalt sellepärast, et valdav enamik neist on tüütud biokeemilised kõrvaltegelased.

/.../

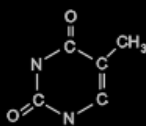
Inimese keha koosneb ligikaudu 100 triljonist **rakust**, millest enamiku läbimõõt on väiksem kui kümnendik millimeetrit. Iga raku sees on tume klomp, mida nimetatakse **tuumaks**. Iga tuuma sees on inimese **genoomi** kaks täiskomplekti (välja arvatud munarakud ja seemnerakud, millest kummalgi on üks komplekt, ning punased verelibled, millel ei ole ühtegi). Üks genoomikomplekt on pärit emalt ja teine isalt. Teoreetiliselt sisaldab iga komplekt samu **60 000-80 000 geeni** samadel kahekümne kolmel **kromosoomil**. Tegelikult on iga geeni emalt ja isalt päritud variandi vahel väikesed nüansierinevused, millest tuleneb näiteks silmade sinine või pruun värv. Järglasi soetades me anname edasi ühe täiskomplekti, kuid seda alles pärast **rekombinatsiooniks** nimetatavat protseduuri, mille käigus mõned lõigud meie emalt ja isalt pärit kromosoomidest vahetavad omavahel kohad.



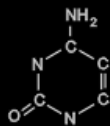
ADENIIN
A



GUANIIN
G



TÜMIIN
T



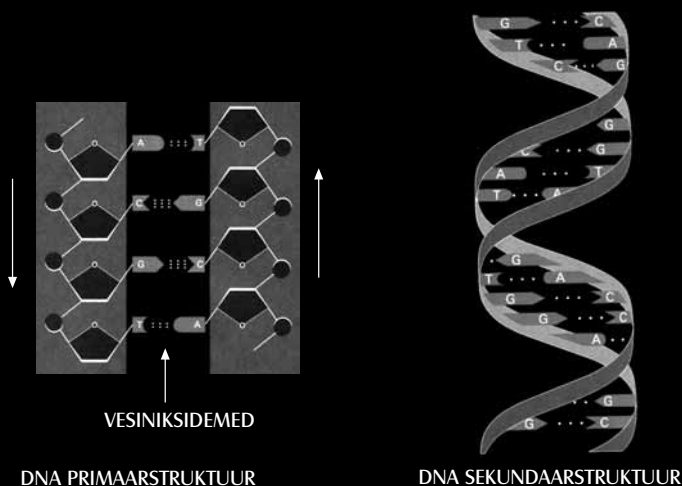
TSÜTOSIIN
C

Kujutlegem, et **ģenoom** on raamat. Selles raamatus on kakskümmend kolm peatükki ja neid nimetatakse **kromosoomideks**. Iga peatükk koosneb mitmest tuhandest jutust, mida nimetatakse **ģeenideks**. Iga jutt on üles ehitatud lõikudest, mida nimetatakse **eksoniteks** ja neid katkestavatest reklaamidest, mida nimetatakse **introniteks**. Iga lõik on kirjutatud tähtedega, mida nimetatakse **alusteks**.

Tolles raamatus on kolm miljardit tähte ja seega on ta sama mahukas kui 800 Piiblit. Kui ma loeksin seda ģenoomi teile ette kiirusega üks sõna sekundis, kuluks mul selleks terve sajand. Kui ma paneksin inimese ģenoomi kirja, nii et igal sentimeetril oleks üks täht, oleks mu tekst sama pikk kui Doonau jõgi. See on hiiglaslik dokument, tohutute mõõtmetega raamat, ebaharilikult mahukas retsept ning kõik see mahub pisikese raku mikroskoopilisse tuuma ja see rakk omakorda lahedasti nõõpnõela pea peale.

/.../

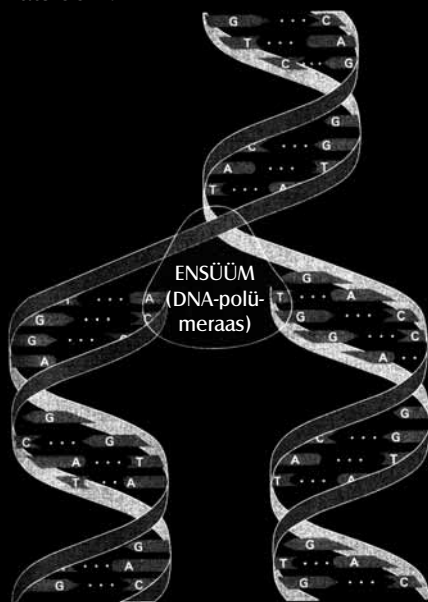
Kui ingliskeelsed raamatud koosnevad eri pikkusega sõnadest, mis moodustatakse kahekümne kuuest tähest, siis ģenoom on kirja pandud eranditult kolmetäheliste sõnadega ja kasutatud on selleks ainult nelja tähte: A, C, G ja T (mis tähistavad vastavalt adeniini, tsütosiini, ģuaniini ja tümiini). Ja selmet olla kirja pandud tasapinnalistele lehekülgedele, on nad kirjutatud pikkadele suhkru- ja fosfaadiahelatele, mida nimetatakse DNA molekulideks ja mille külge alused kinnituvad otsekui külģmised redelipulģad. Iga kromosoom koosneb ühest (võõa) pika DNA molekuli paarist.



Otsapidi kokkupanduna ja sirgu tõmmatuna oleks üheainsa raku kõikide kromosoomide pikkus umbes 1,8 meetrit. Ühe organismi kõikide rakkude kõikide kromosoomide pikkus oleks sada miljardit miili ehk umbes kaks valguspäeva (valgus liigub kiirusega nelikümmend miljardit miili päevas). Maakeral on kuussada miljardit miljardit miili inimese DNA-d ehk piisavalt palju, et ulatuda siit järgmise galaktikani.

Genoom on väga kaval raamat, sest sobivates tingimustes suudab ta end ise nii kopeerida kui ka lugeda. Kopeerimist nimetatakse **replikatsiooniks** ja lugemist **translatsiooniks**. Replikatsioon töötab tänu nelja aluse ühele teravmeelsele omadusele: A-le meeldib olla paaris T-ga ja G-le C-ga. Seega saab DNA üksikahel kopeerida end sel teel, et paneb kokku täiendava ehk komplementaarse ahela, nii et kõikide T-de vastas on A-d, A-de vastas T-d, C-de vastas G-d ja G-de vastas C-d. Tegelikult kujutabki DNA endast tavalises olekus kuulsat **kaksikheeliksit**, milles esmane ahel ja selle komplementaarne paariline on teineteisele ümber keerdunud.

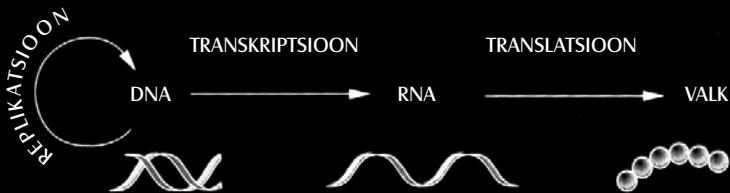
Niisi toob komplementaarse ahela kopeerimine tagasi algse teksti. Järjestus ACGT muutub kopeerimisel TGCA-ks, mis koopia kopeerimisel **transkribeeritakse** uuesti tagasi ACGT-ks. See võimaldab DNA-l end lõputult replitseerida ja ometi sisaldada sama informatsiooni.



REPLIKATSIOON

Translatsioon on veidi keerulisem. Kõigepealt **transkribeeritakse** geeni tekst tema koopiasse samal aluspaaride põhimõttel, kuid seekord ei koosne koopia mitte DNA-st, vaid RNA-st, õige pisut teistsugusest kemikaalist. Ka RNA on võimeline kandma lineaarset koodi ja ta kasutab samu tähti kui DNA; välja arvatud T, mille asemel tal on uratsiili tähistav U. See koopia-RNA, mida nimetatakse ka **informatsiooni-RNA**-ks (lühendatult mRNA, ingliskeelsest sõnast "messenger"), läbib seejärel splaisingu, mis seisneb kõikide intronite väljalõikamises ja kõikide eksonite kokkuliitmisel.

Pärast seda tuleb mRNA-le appi mikroskoopiline aparaat nimetusega **ribosoom**, mis koosneb ka ise osaliselt RNA-st. Ribosoom liigub mööda mRNA-d edasi, tõlkides ehk transleerides järgemööda iga kolmetähelise koodoni teistsuguse tähestiku üheks täheks. See teine tähestik koosneb kahekümnest erisugusest **aminohappest**, millest igaühe toob kohale **transport-RNA**-ks (t-RNA-ks) nimetatava molekuli konkreetne variant. Iga aminohape kinnitub eelmise külge ja nii moodustub koodonite järjestusele vastav ahel. Kui kogu mRNA on transleeritud, käändub aminohapete ahel kokku ja võtab kindla ruumilise kuju, mis sõltub aminohapete järjestusest. Nüüd nimetatakse seda **valguks**.



Peaaegu kõik meie kehas, alates juustest ja lõpetades hormoonidega, kas koosneb valkudest või on nende poolt valmistatud. Iga valk on transleeritud geen. Eriti väärib tähelepanu, et kõiki organismis toimuvaid keemilisi reaktsioone katalüüsivad valgud, mida nimetatakse **ensüümideks**. Isegi DNA ja RNA molekulide endi töötlemine, kopeerimisvigade parandamine ja kokkupanek – replikatsioon ja translatsioon – toimub valkude abil. Valgud vastutavad ka geenide sisse- ja väljalülitamise eest, seostudes füüsiliselt geeniteksti alguses olevate promootor- ja enhaanser- ehk võimendusjärjestustega. Keha eri piirkondades lülitatakse sisse eri geenid.

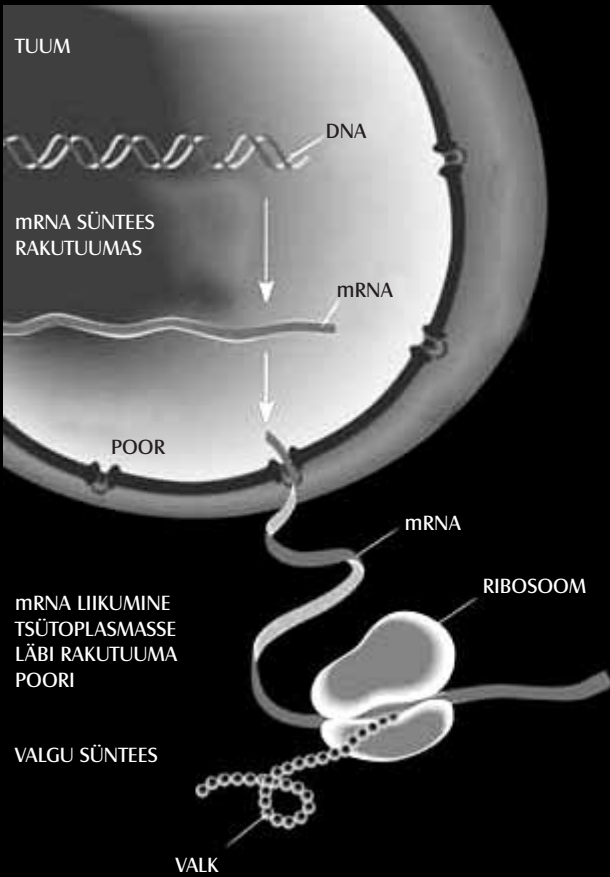
/.../

Mitte kogu DNA-d ei ole võimalik lugeda geenide kaupa. Enamik sellest on korduvate või juhuslike järjestuste saspundar, mida transkribeeritakse väga harva või üldse mitte: see on niinimetatud **rääms-DNA**.

/.../

Inimlik ei ole kindlasti evolutsiooni tipp. Evolutsioonil ei olegi tippu ja sellist asja nagu evolutsiooniline progress ei ole olemas. Looduslik valik on pelgalt protsess, mille kaudu eluvormid muutuvad, et kohastuda nende tuhandete võimalustega, mida pakub füüsiline keskkond ja teised eluvormid. /.../ Inimesed on olnud ökoloogiliselt edukad. Nad on tõenäoliselt kõige rohkearvulisemad suured loomad kogu planeedil. Neid on peaaegu kuus miljardit, mis teeb kokku ligikaudu 300 miljonit tonni biomassi. /.../ Peale selle on inimene ilmutanud märkimisväärset võimet asustada kõikvõimalikke elupaiku, olgu kuumi või külmi, kuivi või niiskeid, kõrgeid või madalaid, merelisi või kõrbelisi. /.../ Ei ole kahtlust, et inimese ökoloogiline edukus tuleb kätte kallilt ja peagi ootab meid katastroof: eduka liigi kohta oleme oma tuleviku suhtes silmatorkavalt pessimistlikud. Kuid praegu me oleme edukad.

TRANSKRIPTSIOON JA TRANSLATSIOON



Kasutatud kirjandus

Matt Ridley „**Genoom**”
(Akadeemia 2003/2003, tõlkinud Kalle Hein)

Richard Dawkins „**Jõgi Eedenist**”
(Ilmamaa 2000, tõlkinud Aivo Lõhmus)

Jeremy Narby „**Kosmiline siug**”
(Huma 2001, tõlkinud Inna Feldbach)

Ernst Muldašev „**Kellest me põlvneme?**”
(Pegasus 2005, tõlkinud Aimi Raudam)

Mart Viikmaa „**Geneetika ajaloo põhietapid**”

Tago Sarapuu, Henni Kallak „**Bioloogia gümnaasiumile**”
(Eesti Loodusfoto 1997)

Eesti Entsüklopeedia

James D. Watson „**DNA: The Secret of Life**” (UK, 2004)

Terry Burnham, Jay Phelan „**Mean Genes**” (UK, 2003)

Richard Dawkins „**The Extended Phenotype**” (UK, 1999)

Töörühm

Lavastusala juhataja: **Sirli Bergström**

Dekoratsioonid: **Tiit Villemsoo** juhtimisel **Ave Maser,**
Airi Look, Rene Vernik

Kostüümid: **Hilje Bergi** juhtimisel **Tiina Arro, Anneli Kõrvel,**
Jaana Leib, Aalja Soome

Heli: **Ville Jõeleht, Indrek Tiisel**

Valgus: **Villu Oper**

Rekvisiit: **Terje Kessel-Otsa, Illi Allabert, Daissa Maripuu**

Grimm: **Anu Konze, Kaire Hendrikson, Maarja Järvsoo,**
Enda Karimõisa

Riietajad: **Ene Villemsoo, Marion Mitt, Veeli Tamm**

Lava: **Kristjan Agu** juhtimisel

Kavalehe koostas: **Triin Sinissaar**

Kavalehe kujundas: **Katre Rohumaa**

Joonistused: **Mae Kivilo**

Skeemid: internet

Tallinna Linnateatri toetajad:



Tallinna Linnavalitsus



EESTI VABARIIGI
KULTUURIMINISTEERIUM

ESPAK

KAARE TEE EHITUSMATERJALIKESKUS

EE EESTI EHITUS



Paulig 



Elektroonika

map

your paper guides

Kavaleht on trükitud paberile Arctic Volume, sisu 130 g/m², kaaned 220 g/m².

Meie, õnnelik põlvkond, oleme esimesed, kes loevad seda genoomiks nimetatavat raamatut. Võimalus ja võime lugeda genoomi ütleb meile meie päritolu, meie evolutsiooni, meie loomuse ja meie vaimu kohta rohkem kui kõik senised teaduse jõupingutused. See toob kaasa revolutsiooni antropoloogias, psühholoogias, meditsiinis, paleontoloogias ja sisuliselt ka kõikides teistes teadusharudes. See ei tähenda väitmist, et kõik peitub geenides või et geenid on tähtsamad kui teised tegurid. On selge, et nad ei ole seda. Kuid nad on tähtsad, see on kindel.

Matt Ridley „Genoom“

www.linnateater.ee