

Podrijetlo života

Brauneger, Dora

Undergraduate thesis / Završni rad

2012

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/um:nbn:hr:217:535286>

Rights / Prava: [In copyright/Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



**SVEU ILIŠTE U ZAGREBU PRIRODOSLOVNO-
MATEMATI CI FAKULTET
BIOLOŠKI ODSJEK**

PODRJETLO ŽIVOTA

ORIGIN OF LIFE

Dora Braunegeger

Preddiplomski studij biologija

Undergraduate study of biology

Mentor: Prof. dr. sc. Mirjana Kalafati

Zagreb, 2012.

SADRŽAJ:

1) UVOD	1
2) POVIJEST a) Rana povijest	3
b) Razdoblje Pasteur-a	4
c) Razdoblje poslije Pasteur-a	4
d) Nova era	5
3) ZEMLJA NEKADA	6
4) KEMIJSKA EVOLUCIJA	7
5) RNA SVIJET	9
6) EVOLUCIJA GENA I NASTANAK DNA MOLEKULE a) Podrijetlo gena	11
b) Postanak DNA mol.	13
7) NASTANAK PRVA STANICE, PROGENOT I LUCA a) Prva stanica	15
b) Progenot	18
c) LUCA	20
8) TEORIJA PANSPERMIJE	22
9) ZAKLJUČAK	24
10) SAŽETAK	25
11) SUMMARY	26
12) LITERATURA	27

UVOD:

Svijet u kojem živimo je jedinstven i raznolik. S toliko oblika živog svijeta da ga ne možemo prebrojati. Međutim, većina ljudi prolazi kroz svoj život bez da i pomisli o tome otkud sva ta raznolikost. Kako smo mi došli do tuda gdje smo sada? Koliko nam je trebalo i najvažnije, kako je sve to počelo? U ovom radu govorit će se osvemu što je prethodilo vremenu u kojem smo sada, teorije koje su postojale i koje postoje još i danas, različita razmišljanja znanstvenika koja u svoje vrijeme nisu mogla znati ono što danas znamo, nego su mogli samo pretpostavljati i najvažnije, procese koji su doveli do današnjeg izgleda ovog našeg prekrasnog planeta. Zato, prije nego što počemo govoriti o tome kako se život razvijao na Zemlji, treba prvo reći kako je taj planet, jedinstven u svemiru, uopće nastao.

Svi se pitamo kako je sve počelo. U kojem trenutku su se estice odlučile spojiti i otkuda su te estice uopće? Isto tako se pitamo kada je počelo vrijeme i da li su tada uopće postojale dimenzije kao takve, vrijeme i prostor? Vjerojatno nikada ne bismo mogli odgovoriti na ta pitanja jer naravno još tada nismo postajali, a i naš um je previše ograničen i jednostavan da bi mogao shvatiti nešto tako nerealistično kao što su vrijeme i prostor. Zato u današnje vrijeme znanstvenici jedino mogu pretpostavljati. Glavna njihova teorija je „Teorija Velikog Praska“. Prije Velikog Praska pretpostavlja se da nije bilo prostora i vremena, nije bilo galaksija, planeta, niti zvijezda. Nije ak bilo niti atoma. Bila je samo ista energija. Jedan od glavnih pokreta a svih događaja Veliki Prasak dogodio prije 13-14 milijardi godina i svemir se počeo širiti iz tog beskonačnog gustoće. Zbog širenja materija se počela razrijeti i svemir se počeo hladiti. Znanstvenici dijele nastanak svemira na tri velike ere: radijacijsku, materijalnu i sadašnju. Radijacijska era se pojavila netom nakon Velikog Praska i tada je postojala samo energija, a temperatura je bila jako visoka. Iz energije su nastali kvarkovi i antikvarkovi, a iz njih elektroni, protoni i neutroni. Nastankom tih iona nastale su jezgre lakih elemenata (H , He ...). Ovdje je Svemir ušao u eru materije. U ovom razdoblju iz jedne sile nastale su četiri osnovne sile: gravitacijska, elektromagnetska, jaka i slaba nuklearna sila. Dijelovanjem gravitacijske sile nastaju nakupine materijala iz kojih se razvijaju prve protogalaksije i protoklasteri. Nakon ovih događaja Svemir se polako počeo razvijati do izgleda kakav ima danas. Međutim, nisu se svi slagali s teorijom Velikog Praska. Tri poznata znanstvenika u razdoblju od 40-tih godina 20. st. (Fred Hoyle, Hermann Bondi i Thomas Gold) iznijeli su svoju teoriju o postanku Svemira. Njihova teorija se zove Stacionarna teorija (Steady State ili

Infinite Universe teorija). Teorija govori da iako se Svemir beskona no širi njegov izgled se ne mijenja, tj. nova materija nastaje spontano u novonastalim prazninama i tamo nastaju nove zvijezde kako bi se održala jedinstvena gusto a Svemira. Po toj teoriji sve galaksije (daleke i bliske) trebale bi izgledati isto. Ali pronalaskom novih tehnologija uvidjelo se da Svemir nije u svim dijelovima isti, da se daleke galaksije razlikuju od bliskih iime je ova teorija srušena. Daljnim istraživanjima prona eni su i dokazi koji podržavaju teoriju Velikog Praska. Teorija Kozmi kog mikrovalnog pozadinskog zrajenja (Cosmic microwave background radiation) koju su postavili Arno Penzias i Robert Wilson govori o radijaciji koja je ostala od širenja Svemira. Kako je u po etku Svemir bio gusta, vru a masa, njegovim širenjem mogli su se širiti i slobodni ioni kao i energija. Graf CMBR-a koji je kasnije napravljen pokazuje jednoličnu, tamnu površinu s povremenim nijansama svjetlijih boja. Te svijetlige boje su ostaci radijacije koja je ostala nakon što se svemir proširio. Sve ostalo što je tamno, prikazuje prozirni Svemir sa nižom temperaturom. Drugi dokaz je otkrio Edwin Hubble. Postavio je zakon o proporcionalnosti između udaljenosti pojedinih galaksija i njihovih crvenih pomaka. Zaključio je da su udaljenosti galaksije i njene brzine udaljavanja proporcionalne. A treći dokaz otkriće omjera lakih elemenata. Ovaj dokaz jednostavno govori da su nakon Velikog Praska prvo nastali laki elementi. To je bilo dokazano uz pomoć deuterija, stabilnog izotopa vodika kojega nisu mogli naći u zvijezdama koje su već završile svoj životni ciklus dok u mlađim zvijezdama njegova prisutnost je velika, kao i prisutnost ostalih lakih elemenata.

Isto kao što se mnogi pitaju kako je Svemir nastao, tako se mnogi pitaju kako će Svemir završiti. Do sada još nitko nije odgovorio na to pitanje i još je prošlo puno vremena dok se i nađu vrsti dokazi, za sada postoje samo prepostavke. Neki znanstvenici smatraju da će se Svemir nastaviti širiti u beskonačnost i postajati sve veći i sve hladniji, drugi pak smatraju da će se širiti do određene točke i onda prestati širiti i nastaviti jednostavno postojati. Postoji i treća teorija koja govori da se u jednom trenutku Svemir više ne bude širok, nego će se potpuno sužavati do točke koju zovu „Veliko sužavanje“ (Big Crunch). Naravno nitko nije siguran što će se to učiniti dogodilo i kako će se dogoditi, ali jedno je sigurno, prošlo je još mnogo godina prije nego se uočiće drastične promjene. Za sada jedino što preostaje je da se orijentiramo na ono što možemo otkrititi o našem porijeklu.

2) RAZRADA:

POVIJEST

a) *Rana povijest*

Uz postanak Svemira kroz povijest raspravljalo se i dane su mnoge teorije o tome kako je nastao život na samoj Zemlji. Ali glavna ideja je oduvijek bila da je život nastao spontano. Pitanje je bilo samo kako se to dogodilo? Da li iz anorganske materije ili truljenjem organskog materijala? Takva pitanja potje u još iz stare Grke gdje su mnogi poznati filozofi davali različite teorije, gdje se svaka kosila s drugom. Jedan od najpoznatijih filozofa Demokrit iznio je nevjerojatno to nu teoriju koja govori da se svaka tvar sastoji od estica, tj. od atoma. Time je zaključio da je život nastao djelovanjem atoma vatre s atomima vlažne zemlje. Dalje kroz povijest u Srednjem Vijeku tadašnji znanstvenici su izvodili različite pokuse uz pomoć kojih su uspijevali „sastaviti“ različite organizme od raspadajuće materije. Taj dokaz spontane regeneracije srušio je talijanski liječnik Francesco Redi koji je dokazao da životinje koje su nastale na trulom mesu posljedica lijeganja jajašaca tih vrsta životinja. Tim dokazom opet se postavlja pitanje o tome kako je život zapravo nastao. U 18. stoljeću mnogi znanstvenici izvode različite pokuse s različitim materijalom samo kako bi dokazali svaki svoju teoriju. Jedna od poznatijih rasprava dogodila se između John Needham-a i Lazzaro Spallanzani-a. Oba znanstvenika izvodili su vrlo slične pokuse, ali dobili različite rezultate. Stavili su bilo kakvu organsku tvar u posudu, zatvorili ju i ostavili sa strane. Kasnije bi pogledali da li kakvih znakova truleži. Jedina razlika kod njihovog pokusa je bila ta da je Spallanzani hermetički zatvorio svoju posudu, a Needham sa plutnjem epom. Isto tako je Spallanzani svoju posudu zagrijavao. Nakon što su otvorili svoje posude, kod Needhama su nađeni mali mikroorganizmi dok kod Spallanzani-a nije bilo ničega. Na kraju je Needham zaključio da je spontana regeneracija neizbjegljiva kada se radi o organskoj tvari, tj. da na materiji koja po inicijativi trunuti uvijek se nalaze živi organizmi. Spallanzani je pak zaključio da se rast ne može promatrati ako su poduzete prave mjere sterilizacije. Oba pokusa i dalje nisu u potpunoosti odgovorila na pitanje porijekla života, jer se prvenstveno

nisu zasnivale na tome, ali su zato ne namjerno postavili pravila o pravilnoj sterilizaciji i uklanjanju mikroorganizama. Me utim rasprave i pronalaženje dokaza o postanku života se nastavljaju dalje.

b) Razdoblje Pasteur-a

U kasnijem razdoblju razmišljanja i eksperimenti o spontanoj regeneraciji penju se na novu razinu. Jedan od najpoznatijih znanstvenika toga razdoblja, Lous Pasteur, radio je na mnogim pokusima koji su mu donijeli veliku slavu, ali nastojao je i njima dokazati kako prava spontana regeneracija ne postoji. Me utim, ne žele i priznati, puno je nagnjao prema vitalizmu (termin koji opisuje glavnu silu koja pokreće sve ostale, fizičke ili kemijske, unutar stanice). Dokazao je da postoje mikroorganizmi i u zraku i to tako da je usisao zrak kroz određenu vrstu materijala, otopio taj materijal u otopini alkohola i etera i proučavao razvoj različitih mikroorganizama pod mikroskopom. Isto, kako bi srušio hipotezu o „glavnoj sili“ napravio je pokus u kojem je prvo zagrijao zrak prije nego što bi ga stavio u sterilnu posudu. Time je spriječio nastajanje bilo kakvih organizama. Još jednim eksperimentom je potvrdio svoju teoriju o ne postojanju „glavne sile“. Taj pokus se sastojao od posuda koje su imale vrat u obliku slova S. Zbog takvog oblika nezagrijani zrak bi mogao bez problema ući u posudu, međutim bilo kakve estice iz zraka bi ostale u sredini vrata i time bi se spriječio razvoj organizama unutar posude. Takvim jednostavnim pokusom srušio je teoriju o spontanoj generaciji, ali je zato postavio vrlo važno pitanje. Smatrao je da treba otkriti je li moguće da postoje organizmi koju su došli na ovaj svijet bez roditelja, bez predaka? U tom trenutku su znanstvenici počeli razmišljati o tome kako je sve počelo.

c) Razdoblje poslijer Pasteur-a

Sa sigurnošću možemo reći da o našem razumjevanju evolucije i samom podrijetlu života dugujemo znanstveniku koji je ostavio veliki trag u proučavanju biologije ne samo u svom vremenu, nego i danas. A. I. Oparin je zaslužan za objašnjavanje kako je doista moguće stvaranje života kroz različite bimetabijske procese uz pomoć organske i fizikalne kemije. On sam je popularizirao termin „Podrijetlo života“. Kasnije, privučen Oparinovom teorijom, meksički znanstvenik, Alfonso Herrera je proučavati „sulfobe“ (organizirane

mikrostrukture koje su izgledale kao stanice). U svome radu iznio je kako je te estice dobio iz amonijevog tiocijanata i formalina i tako je objavio da je dobio dvije aminokiseline, neku gustu materiju i pigmente. Međutim u njegovim eksperimentima nedostajala je jedna važna stvar u odnosu na eksperimente ostalih znanstvenika. Herrera je u svom pokusu koristio polimere iz različitih izvora, ali ne iz onih živih, dok su ostali znanstvenici koristili makromolekule koje su stvorile živi organizmi. Nažalost pokusi od Herrera su bili neuspješni, ne daju i nikakve odgovore o tome kako je život zapravo nastao. Nije uspio otkriti kako su nastali enzimi niti kako je nastao metabolizam. Ali bez obzira, njegovi radovi su ostali važni jer su dali za etak onoga što tek dolazi i što se tek treba otkriti.

d) *Nova era*

U 60-tim godinama 20. stoljeća istraživanja dostižu novu razinu. Tada se više ne govori o spontanoj generaciji već o samosastavljanju. Mnogi znanstvenici pokušavaju uz pomoć makromolekula dobiti mikrosustave, iako mnogi smatraju kako sinteza sama po sebi ne bi bila dovoljana da održava jedan mikrosustav i zato vjeruju kako samosastavljanje igra važnu ulogu u nastanku najprimitivnijih mikrosustava. Tako da je iznijeta nova teorija koja govori kako su prvo nastale mikromolekule malih veličina, potom su one sastavile makromolekule koje su na kraju sastavile cijele mikrosustave koji su u po etku bili jednostavni i njihovo sastavljanje se događalo jako brzo i lako. Od tada mnogi znanstvenici izvode najrazličitije pokuse kako bi dobili jednostavnu stanicu iz organske materije. Jedan od prvih pokusa je bio sastavljanje estica uz pomoć kolagena koje je izradio Schmitt. Anfinsen je pokazao fenomen samosastavljanja kod oksidirane ribonukleaze. Otkrio je da taj protein ima osobnosti aktivne ribonukleaze. Isto je tako otkriveno da se prave proteinske molekule sastavljaju u kompleksnije sustave koji su enzimski aktivni. Prvi takvi enzimi koji su bili proučavani su kompleksi piruvata dehidrogenaze i α -ketoglutarata dehidrogenaze. Još jedan primjer samo sastavljanja bio je proučavan, kombinacija proteina i nukleinskih kiselina u mозаик nom virusu duhana i u ribosomima. Ali još jedna stvar je nedostajala kako bi se teorija o samosastavljanju u potpunosti potvrdila, a to je nedostatak informacija, tj. kako su pojedine molekule znale kako se sastaviti i koju ulogu bi mogle imati. Svi pokusi do sada su govorili kako se informacija prenosi s nukleinske kiseline na protein. Watson je to nazvao „centralnom dogmom“

molekularne biologije. I do tada se tako smatralo da se informacija prenosi. Međutim daljnjim istraživanjima potvrdilo se razmišljati nije li pradavni sustav nastao iz reaktivne aminokiseline. To bi značilo da se prastanica nije razvila iz makromolekula, nego iz makromolekula s informacijom, tj. molekula koje mogu međudjelovati s drugim molekulama u određenom slijedu, a ne slučajno. Ta teorija dala je potpuno novi pogled na to kako je prva stanica mogla nastati, kako je izgledala i koje su joj bile prve funkcije. Ovakva saznanja otvorila su nove mogućnosti za eksperimentiranjem, nova pitanja i pojava ala želju za odgovorom.

3) ZEMLJA NEKADA:

U prošlosti, kao i danas, mnogi znanstvenici su se pitali i dalje pokušavali postaviti teorije i dati dokaze o samom postanku života, međutim, treba uzeti u obzir i to u kakvim uvjetima je taj život mogao nastati. Naime, Zemlja se u prošlosti, prije bilo kakvih organizama, jako razlikovala. Do te mjeru da organizmi koji danas žive ne bi vjerojatno mogli preživjeti u uvjetima kakvi su bili tada. Ali isto tako treba pretpostaviti da su upravo i takvi uvjeti bili glavni razlog za stvaranje mnogih procesa, koji su kroz slijed mnogih reakcija omogućili ono što danas imamo.

U početku, po pretpostavkama, planete su nekada bile dio golemog oblaka koji se sastojao od plina i kozmičke prašine i kretao se oko Sunca. Već i dijelovi te prašine su hvatali one manje i s vremenom se formiralo 9 planeta koje danas poznajemo. Kada je naš planet Zemlja narasao do određene veličine sila gravitacije je dodatno zgusnula cijelu materiju i ugrijala u centru Zemlje. Zbog prisustva radioaktivne tvari, koje su proizvodile veliku količinu topline, centar je širio toplinu prema periferiji i u tim hladnijim slojevima je rastopio i skrutil vanjske dijelove. Kao rezultat, nastala je užarena lopta poznata kao naš planet, Zemlja. Razlog njezine visoke temperature je toplina koja nije bila ugrađena u kemijske spojeve, nego je slobodno isijavala sa Zemljane površine i to zbog toga što su još tada mnogi elementi bili slobodni u obliku atoma.

Takvo mjesto zasigurno nije bilo pogodno za bilo kakav razvoj ili evoluciju, pogotovo zato jer u tom razdoblju nije bilo atmosfere koja bištvala površinu Zemlje od štetnog Sunčevog zračenja i cijela bi površina planeta ostala doslovce sterilna zbog njihove male udaljenosti od svega 150 milijuna km. Tako da, za bilo kakav potencijalni razvoj na Zemlji, veliku važnost je doprinijela atmosfera. Ali kako je ona zapravo nastala?

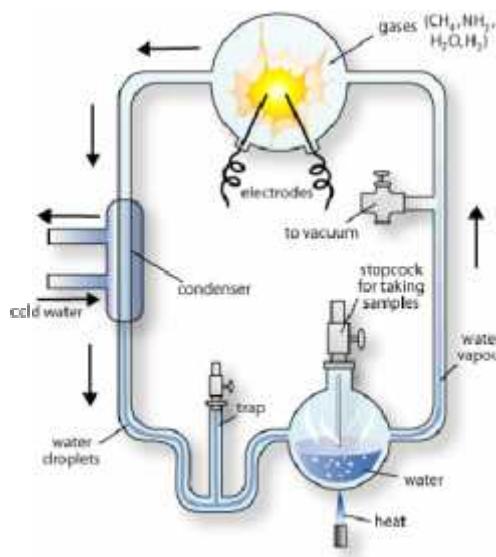
Na Zemlji, koja je tada bila samo velika užarena lopta, postojalo je mnogo vulkana koji su imali este erupcije. Erupcije su se sastojale od 97% vodene pare koja kada bi bila izba ena odlazila u atmosferu i u dodiru s kozmi kom hladno om bila ohla ena i padala na trag na Zemlju u obliku kiše, pri tom bi tako er hladila i samu Zemlju. Proces izbacivanja vodene pare i hla enje Zemlje se sve više ubrzavao i tu se pretpostavlja da su nastali prvi oceani. Isto tako je važno naglasiti da se praatmosfera bitno razlikovala od ove današnje. Ne samo po tome što je sadržavala puno vodene pare, nego nije sadržavala kisik. I upravo zbog takvih pretpostavki se moglo zaklju iti da su prvobitni organizmi bili prilago eni na uvjete bez kisika, da su vjerojatno bili fotosintetiziraju i i da su zbog tog procesa obogatili atmosferu s kisikom.

4) KEMIJSKA EVOLUCIJA

Kao što je ve bilo spomenuto, u prvoj fazi Zemlje, spojevi koji su nastali sakupljanjem slobodnih atoma iz svemira (vodik, dušik, metan, vodena para, amonija) mijenjali su uvjete na toj još uvijek užarenoj kugli, ali prava prekretnica se dogodila pojavom vode koja je nastala uslijed kondenzacije vodene pare i njezinog padanja u obliku kiše na Zemlju pri emu su nastali prvi oceani. Zbog isparavnja zemaljska kugla bila je obavijena gustim oblacima koji su onemogu avali ja e prodiranje sun evog svjetla. Uz to, velika obla nost je izazvala pojavu elektri nog pražnjenja u obliku munja, ali u mnogo ve im razmjerima nego danas. Tako je Zemlja bila bogata energijom koja se oslobo ala u obliku elektri ne, toplinske, a bila je prisutna i energija Sunca, tj. svjetlosna energija. Upravo te energije bile su korisne za sintezu mnogo kompleksnijih spojeva, u koje su se one ugra ivale u obliku kemijske energije. Naravno, uz energiju, najvažniji faktor je bila voda kao medij u kojem su se mogle provoditi sve kemijske reakcije i u kojoj su se mogli otapati mnogi novonastali spojevi. Tako je nastala danas poznata prahuha. Nastankom tih spojeva evolucija je mogla krenuti dalje. Pitanje je samo bilo: što se dalje razvijalo?

Ako se uzme u obzir da su prvo nastali jednostavnii spojevi kao što su voda, metan, amonijak, vodik, logi ki bi bilo zaklju iti da su dalje nastali kompleksniji spojevi sastavljeni od upravo tih elemenata, a pošto je tih elemenata i same energije bilo u izobilju mogli su nastati duga ki lanci sastavljeni od manjih jedinica tih spojeva ili su se ti spojevi mogli pregrupirati i opet stvoriti nešto sasvim novo. Upravo se to i dogodilo. Kombiniranjem triju naj eš ih elemenata: ugljika, vodika i kisika iz vode nastali su kompleksni spojevi kao što su ugljikovodici, masne kiseline, jednostavni

še eri, duši ni spojevi, aminokiseline i dr. Nastanak tih spojeva dokazao je poznati ameri ki biokemi ar Stanley L. Miller 1953. godine (Slika 1). U okrugloj staklenoj tikvici imitirao je hipoteti ki sastav nekadašnje praatmosfere, stavivši u nju vodik, vodenu paru, metan i amonijak. U tikvicu su bile utaknute i dvije tungstenove elektrode koje su povremeno izbacivale elektri ne iskre od 60000 volti, a sve je bilo podvrgnuto cirkulacijskom sistemu koji se pokreao grijanjem vode u drugoj, manjoj tikvici. Nakon odre enog vremena plinovita tvar je kondenzirala u teku e stanje. Analizom kondenzirane teku ine Miller je otkrio da su se u njoj nalazili spojevi koji su isti po sastavu kao aminokiseline glicin, -alanin i -alanin.



Slika 1: Pokus Stanley Miller-a kojim je dokazao stvaranje složenih iz jednostavnih spojeva.

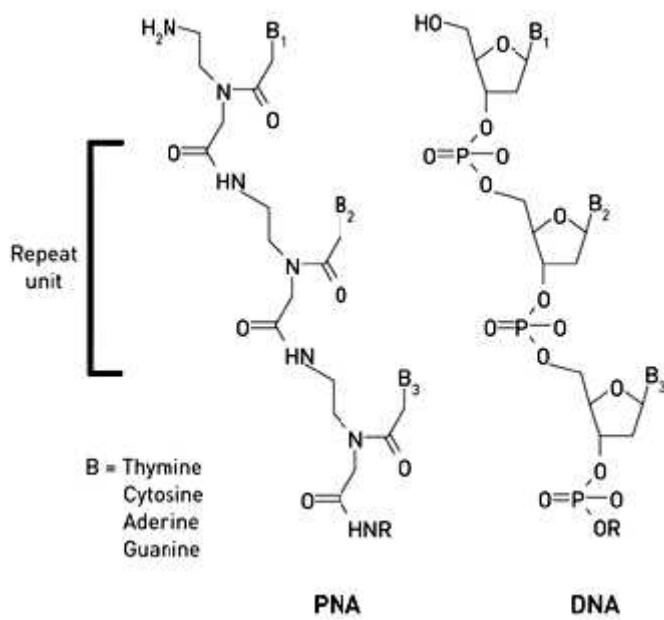
Zaklju io je da su se uz djelovanje elektri nog pražnjenja iz jednostavnih spojeva sintetizirali složeniji spojevi ugljika, kisika i dušika bez prisustva mikroorganizama. Zahvaljuju i njegovom pokusu mnogi znanstvenici smatraju da je biološkoj evoluciji prethodila kemijska evolucija. Naravno, daljnom sintezom, mogli su nastati još kompleksniji spojevi kao što su na primjer, bjelan evine. Njihovim nastankom one su mogle preuzeti funkciju enzima, pa su mogle nastati složenije enzimske tvorevine i neke druge tvari manje molekularne mase. One su mogle katalizirati polimerizaciju še era u polisaharide i nukleotide u polinukleotide ili nukleinske kiseline. Znanstvenici smatraju da je to moglo biti mogu e zbog toga što su tada ve vjerojatno postojali spojevi jednostavnih še era, kao i molekule duši nih baza koje su se mogle relativno lako vezati s fosfatima i ve spomenutim še erima, stvaraju i nukleotide,

gra evne jedinice nukleinskih kiselina. Tako er su se mogle pojaviti enzimatske molekule, koje su katalizirale spajanje masnih kiselina i alkohola u masti. Sagledavaju i sve ove molekule koje su mogle nastati tijekom kemijske evolucije pa ak i one koje su same sintetizirale bile bi dovoljne da sagrade jedan normalno funkcionalni organizam, jer organizam se sastoji upravo od tih molekula. Me utim, same molekule nisu dovoljne. Potrebno je još nešto više što bi organizmu omogu ilo preživljavanje, prilagodbu i najvažnije reprodukciju, a to su geni.

5) RNA SVIJET

Mnogi znanstvenici u ve ini su se složili da živa stanica ne može jednostavno nastati iz nežive tvari u jednom koraku. Zbog toga smatraju da je prije morao postojati nekakav intermedijar predstani nog života. Me u svim teorijama, najpopularnija je ona o RNA svijetu koju su zastupali Gilbert, Orgel, Crick i Maddox. Ona govori o polimerizaciji nukleotida u samorepliciraju e RNA molekule koje su mogle nastati iz samorepliciraju i ribozima (enzimi). Sama RNA je nukleinska kiselina koja se sastoji od nukleotidnih monomera ija je funkcija da djeluje kao glasnik izme u DNA (koja se nalazi u svim živim organizmima i glavni je nositelj genske upute) i ribosoma koji su zaslužni za sintezu proteina i nukleinskih kiselina. 1968. Orgel i Crick su predložili da je RNA bila prva molekula s genetskim kodom. Prema njima RNA ne samo da je bila predložak, tj. glasnik, nego je imala ulogu i enzima što joj je omogu ilo da se samoreplicira. Upravo zbog tih svojstava smatralo se da je RNA bila ta koja je prva inicirala pojavu života. Me utim, to an doga aj koji je prethodio postanku RNA svijeta još uvijek nije razjašnjen. Isto tako se smatra da su se same molekule RNA pojavile prije 3.6 milijardi godina, ali RNA organizmi da su se tek pojavili prije 100 milijuna godina. Uz ovu teoriju neki znanstvenici tvrde da je i sama DNA mogla stvoriti život, me utim, tu dolazi do problema jer molekuli DNA su potrebni proteini kako bi se replicirala. Tu se navodi pitanje: Što je bilo prije? DNA ili蛋白? Nitko to ne može sa sigurnoš u odgovoriti, ali obje teorije, svaka za sebe, imaju vrste pristaše koji nastoje dokazati ispravnost teorije koju zastupaju. Ali za RNA svijet otkriveni su još neki tragovi koji bi mogli dokazati da je RNA bila za etnica života. Mnoge male molekule zvane kofaktori igraju važnu ulogu u reakcijama kataliziranim enzimima. Te molekule esto nose prihva enu RNA molekulu bez neke vidljive funkcije i nazvani su „molekularnim fosilima“. To su relikti iz doba kada je samo

RNA vladala biokemijskim svijetom. Naravno uz teorije o tome što je prethodilo životu organizmu tako da se postavlja pitanje kako je sama RNA nastala. Znanstvenici Stanley Miller i Orgel su predložili teoriju o PNA svijetu. Oni su smatrali da, pošto je RNA molekula relativno komplikirana, moralo je postojati nešto što je prethodilo RNA svijetu. Tu su predložili malu, jednostavnu molekulsku PNA (peptidna nukleinska kiselina). Smatra se da je ona bila prva sa samoreplicirajućim sposobnostima i da su je prvi organizmi na Zemlji koristili za genetičku informaciju, ne samo zbog jednostavnosti građe, nego i zbog spontane polimerizacije na temperaturi vrenja. PNA se sastojala od baza koje su bile prije vršeće na strukturu sličnu peptidima za razliku od RNA koja ima glavnu strukturu sastavljenu od šesternih fosfata (Slika 2).



Slika 2: Strukture PNA (slične na peptidima) i RNA (od šesternih fosfata).

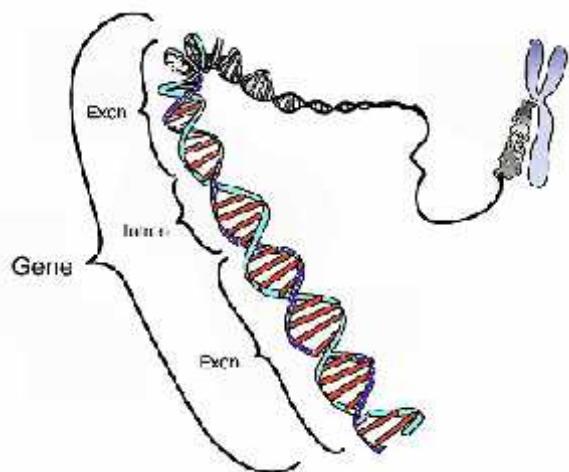
Po nekim znanstvenicima od tih molekula se trebao sastojati predstani ni život, ali nažalost za to nema dokaza. Isto tako je važno napomenuti da postoje i problemi koje se ti u same molekule RNA. Naime ona sama po sebi je relativno nestabilna molekula, pogotovo kada izložena UV-svjetlu, poteškoće kod aktivacije i nedostatak dostupnih fosfata u okolišu koji su potrebni za njegovu stabilitetu. Kada se sve to sumira RNA je kemijski jako krhka molekula koju je teško sintetizirati abiotički. Za rješenje tih problema neki su predložili postojanje određenog genetskog sustava koji je prethodio RNA molekulama, kao što je ona prethodila DNA molekulama i proteinima. U tu priču ulazi PNA, ali pošto to nije sa sigurnošću dokazano ne možemo znati da li je stvarno bilo tako. Sve u svemu, za etak genetske informacije i nasljeđivanja je zapravo bilo s RNA i

daljnom evolucijom se nastavio na DNA koji je zahvaljuju i svojim sposobnostima omogu i razvoj najrazli itijih organizama.

6) DNA MOLEKULE EVOLUCIJA GENA I NASTANAK

a) Podrijetlo gena:

Molekula zajedno sa genima je najvažniji faktor preživljavanja u današnjem svijetu. Ne samo da omogu uje prilagodbu na nove uvjete i time uspješno preživljavanje jedinke, nego je i u mogu nosti eliminirati neželjene osobine koje bi ina e stajale na putu normalnog razvoja pojedinog organizma. Ali kako je zapravo došlo do svega toga? Kako su se pojedine aminokiseline odlu ile spojiti i stvoriti kodove koji e odre ivati sposobnosti nekoga organizma? Postoji nekoliko teorija od kojih svaka ima svoje prednosti i nedostatke, ali su i dalje zagovarane od strane mnogih znanstvenika. Kako bi se dokazala ispravnost tih teorija ispituju se svojstava i podrijetlo podru ja od kojih se sastoje sami gen. To su introni i egzoni. Introni su nekodiraju e regije gena i imaju ih ve ina organizama (Slika 3).



Slika 3: Položaj introna i egzona unutar gena.

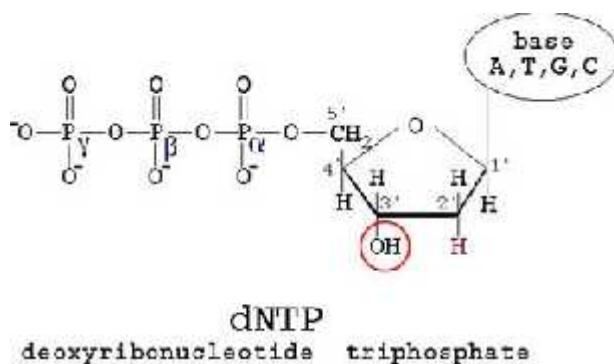
Otkriveno je da se te nekodiraju e regije pojavljuju eš e u viših vertebrata nego kod jednostavnijih organizama, a prvi put su otkriveni kod virusa. Nakon njihova otkri a mislilo se da introni nemaju nikakvu ulogu pošto se oni uklanjanju s RNA prekursora kako bi se uspješno stvorila stabilna mRNA, rRNA ili tRNA. Me utim sada je poznato da neki introni sami kodiraju specifi ne proteine ili mogu nakon izrezivanja sami stvoriti nekodiraju u RNA. Alternativno izrezivanje se koristi za

stvaranje puno jedinica proteina od samo jednog gena. Isto tako, neki introni predstavljaju mobilne genetske elemente i mogu se smatrati kao primjeri „sebi ne DNA“. Za razliku od introna, egzoni su kodirajuće regije i imaju veliku ulogu u prenošenju nasljednih osobina ne sljedeće generacije. Ali samo podrijeto introna i egzona nije u potpunosti razjašnjeno već se samo nizaju teorije o njihovom postanku. Postoje dvije strane o postanke gena. Prva govori da su introni bili tih koji su stvorili prve gene, a druga da su introni dodani naknadno u genetički kod. Do sad niti jedna teorija nije dokazana i vode se duge rasprave o tome koja je strana u pravu. Ta se rasprava još više zakomplificirala kada je otkriveno da bakterije nemaju uopće introne dok viši vertebrata imaju. Ovdje je svaka strana iznijela svoje mišljenje. Prva govori da su introni bili tamo na početku, ali su naknadno izgubljeni dok druga strana govori da ih u početku nije niti bilo nego su naknadno dodani kod viših organizama. U holomognim genima introni se mogu naći na slijedećim, ali ne i identičnim, pozicijama između gena koji su razdvojeni velikim evolucijskim udaljenostima. Zagovornici teorije o ranom nastanku introna tvrde da te pozicije predstavljaju isti, originalni intron koji se vjerojatno malo pomaknuo kroz evoluciju. Dok pak oni koji zagovaraju teoriju o kasnom ostanku introna tvrde da ti introni nisu mogli postojati na naoko slijedećim pozicijama u istom genu, nego da su te službenosti samo dokaz umetanja introna. Postoje tri mogućnosti za evolucijsku povijest introna. Prva je da su introni postojali na samom početku i da su tijekom evolucije izgubljeni ili većinom izgubljeni ili dodani. Ovaj kompleksna ideja se zove Egzonska teorija gena (The Exon Theory of genes). Najdrastičnija alternativa je da su introni dodani jako kasno u evoluciji i nemaju nikakve veze sa reorganizacijom dijelova gena. Još jedna popularna teorija govori da su introni nastali razvojem mnogostanih nastalih. Prateći teoriju, smatra se da je eksplozija u Kambriju iskoristila introne kako bi stvorila miješanje egzona i obilje novih gena. Sama ideja egzonskog miješanja je da su introni glavne točke za genetsku rekombinaciju, što je svojstvo koje bi introni imali jedino zbog svoje duljine. Oni utječu na stopu homologne rekombinacije među egzonima što znači da što su introni dulji manja je stopa rekombinacije, ali najvažnije oni utječu na nehomolognu rekombinaciju i što u ovisnosti o njihovoj duljini. Egzonska teorija gena je specifična, jer smatra da su se prvi geni sastojali od malih dijelova, a glavni elementi te teorije su da su geni i egzoni bili sastavljeni od polipeptidnih lanaca od oko 15-20 aminokiselina duljine, da glavna metoda evolucije za

stvaranje novih gena je bilo miješanje egzona i da je glavni trend evolucije bio da izgubi introne i spoji male egzone zajedno kako bi napravila komplikiranije. Zato se smatra da su glavni evolucijski procesi bili rekombinacija me u intronima, pomicanje introna kako bi se promijenila sekvenca aminokiselina i gubitak introna, što može promijeniti strukturu gena, ali ne utječe na strukturu proteina. Iako nedokazane, svaka teorija nam daje mali uvid u ono što se moglo događati na početku evolucije, ono što je dovelo do nastanka kompleksnih struktura koje nam omogućavaju prilagodbu, daju nam naš izgled i kontroliraju najvažnije funkcije koja nasine živima.

b) Postanak DNA molekule:

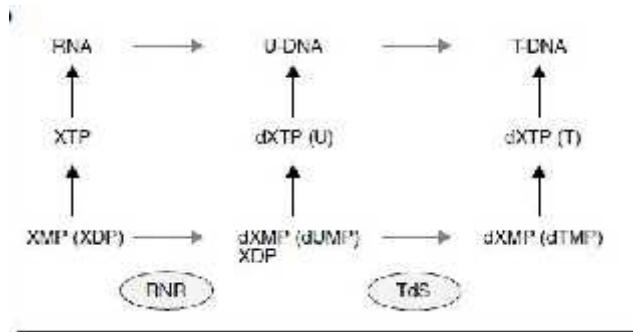
Sve danas postoje stanice posjeduju dvoranu DNA molekulu koja gradi gene, a nalazi se u samoj jezgri stanice ili u slučaju nekih jednostanih organizama kao slobodna zavojnica u citoplazmi. Smatra se da su prve DNA molekule bile puno manje i kraće od današnjih. Isto tako postoji mišljenje da su postojali mnogi intermedijeri koji su postojali tijekom evolucije pri prijelasku od RNA do DNA. Prvi korak pri postanku DNA bila je dostupnost DNA prekursora zvanog dioksiribonukletidtrifosfat (dNTP) (Slika4).



Slika 4: Struktura dNTP-a.

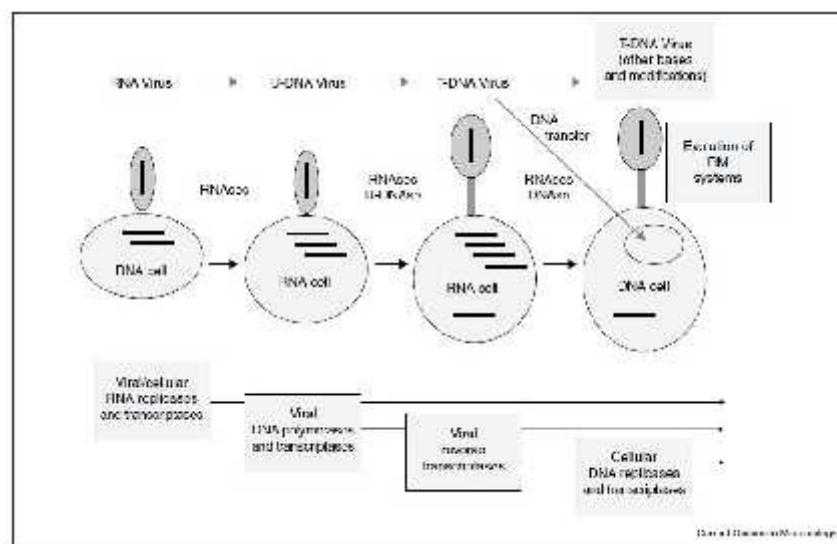
Taj prekursor takođe još uvijek postoji i u modernih stanica, a dobiva se u nekoliko koraka. Prvi je redukcija RNA prekursora uz pomoć ribonukleotid reduktaze, a potom proizvodnja deoxsimidin-5'-monofosfata (dTDP) od deoksiuridin-5'-monofosfata (dUMP) uz pomoć timidin sintaze. Zbog toga se smatra da i prijelaz iz RNA do DNA se trebao isto dogoditi u nekoliko koraka, s

DNA koja sadrži uracil (U-DNA) kao prva koja se pojavila i potom s DNA koja sadrži timin (T-DNA) (Slika 5).



Slika 5: Koraci koji su omogu ili stvaranje DNA iz RNA.

Međutim, važno je postaviti pitanje: zašto se DNA uopće pojavila? Mnogi znanstvenici tvrde da je to zbog toga što je DNA, za razliku od RNA, mnogo stabilnija molekula i može se to nije replicirati što da je mogunost evolucije većih genoma koji zauzvrat mogu kodirati veće i mnogo kompleksnije proteine. Isto tako, posebno je svojstvo to da se DNA može popraviti ako dođe do deaminacije citozinom što RNA ne može. Predlaže se da prvi organizam koji je sadržavao U-DNA bio virus što mu je dalo selektivnu prednost, tj. zaštitu od strane RNA inaktivacijskog mehanizma njegova domaćina. Isto tako je zanimljivo da i današnji neki virusi i dalje imaju U-DNA dok drugi kao na primjer T4 bakteriofagi imaju modificiranu formu T-DNA molekule isto radi zaštite (Slika 6).



Slika 6: Razvoj jednog od prvih organizama koji je sadržavao U-DNA.

Mnogi virusi sami stvaraju svoju ribonukleotid reduktazu i/ili timidin sintazu kao i što stvaraju sami svoje proteine za DNA replikaciju. Zbog tih svojstava mnogi smatraju da se mehanizam DNA replikacije pojavio prvo kod virusa prije nego se transportirao u ostale stanice. Vrlo je lako zamisliti da je RNA stanica uspjela transformirati svoj genom u DNA uz pomoč retrotranskripcije kako bi postala otporna na virusne Rnaze ili da je DNA virus ušao u takvu stanicu i preuzeo potpunu kontrolu stanice i ime je uklonio RNA genom. Takvi dogači sugeriraju da su DNA virusi već postojali u starijem razdoblju RNA svijeta. U svakom slučaju, prolazeći kroz sve ove teorije može se lako zaključiti da su virusi doista drevni organizmi koji su bili među prvima koji su se pojavili na Zemlji.

Uz prije spomenute teorije o postanku DNA nedavno je otkriveno da sam prijelaz iz RNA u DNA je mnogo kompleksniji nego što se mislilo. Time se postavlja pitanje da li se možda DNA pojavila nekoliko puta tijekom evolucije života na Zemlji. Najzanimljivije otkriće bilo je nove skupine timidine sintaze (ThyX) koje nisu homologne uobičajenoj skupini (ThyA). Iz toga se može zaključiti da je taj enzim nastao dva puta tijekom evolucije, a time je i možda T-DNA nastala dva puta kod dvoje različitih organizama koji nisu zajedno povezani. Ti dokazi dovode do zaključka da se U-DNA molekula razvila iz tri grane ribonukleotid reduktaza od kojih svaka ima druga ije kofaktore i međusobno imaju malo ili nikakve slike sličnosti. Jedina sličnost koja je nedavno otkrivena je ta da sve te reduktaze zajedno dijele homolognu katalitičku koru. Naravno to po mišljenima znanstvenika nije igralo veliku ulogu, nego je samo služilo za dokaz je svaki taj enzim nastao od zajedničkog pretka. Međutim svaki od njih koristi druga iju proteinsku domenu za završetak reakcije i zato se smatra da se svaki mogao razviti neovisno jedan o drugome i stvoriti tri različite grane koje su mogle dovesti do razvoja triju različitih DNA molekula za tri različita organizma.

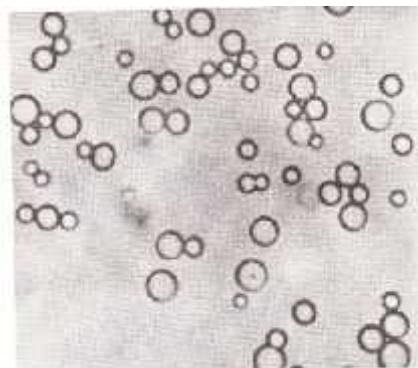
7) NASTANAK PRVE STANICE, PROGENOT I LUCA

a) *Prva stanica:*

Upoznavajući se sa svim teorijama o nastanku prvih molekula na pradavnoj Zemlji do organizacije tih molekula u kompleksnije spojeve i na kraju do nastanka prvih genoma ostaje nam jedno važno pitanje. A to je: na koji način su se ti spojevi

organizirali da bi stvorili jednu funkcionalnu stanicu koju danas poznajemo? Iako se takvo pitanje ini teško za odgovoriti i u jednu ruku je, istraživanja su pokazala da i nije tako teško posti i organizaciju tih molekula.

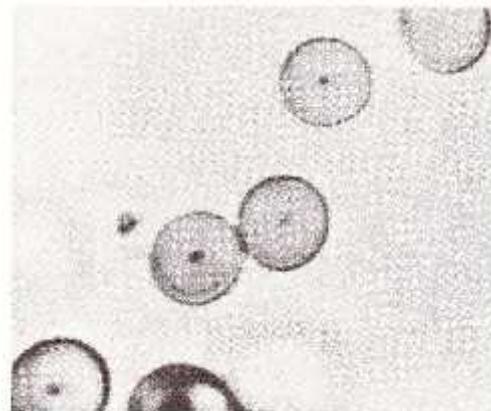
Prvi koji je predložio da se odrene molekule mogu same organizirati bio je Wald koji je temeljio svoje teorije na eksperimentima koje je radio Schmitt. Njegovi eksperimenti su se zasnivali na dva modela protostanice: Koacervatne kapljice i proteinoidne mikrosfere. Proces nastanka ovih malih jedinica je jednostavan, ali i izrazito brz. Isto tako je primjeđeno da iako su takve jedinice kompleksnog sastava, sastojci od kojih nastaju su vrlo jednostavnji. Kod na primjer proteinoidnih mikrosfera najvažniji sastojci su lanci aminokiselina i voda ili nekakva slana otopina. Njihovom interakcijom mogu se dobiti male mikrosfere sa posebnim svojstvima. One su okruglog oblika, mikroskopske veličine i jednakog promjera (Slika 7).



Slika 7: Izgled proteinoidnih mikrosfera i njihovo nakupljanje u klastere.

Njihov oblik se može mijenjati ovisno o prisutnosti drugih mikroorganizama. Na primjer kada se u blizini nalazi kvasac, mikrosfere poprimaju oblik streptokoka. Tako er neke razlike u obliku i veličini mogu biti pod utjecajem određenih organizacijskih elemenata pronađenih u nekih meteorita ili kod mikrofotila pronađenih u prapovijesnih geoloških slojeva. Sama jednakost u veličini i obliku ovih mikrosfera pokazuje veliku sličnost sa stanicama. Tako er njihova jednakost daje nam uvid u njihovo precizno kontrolirano uravnoteženo stanje između procesa agregacije i deagregacije, kohezije i širenja. Isto se da mnogi faktori utječu na kontrolu njihove veličine. A to su: različiti polimeri, gustoća otopine, koncentracija elektrolita, temperatura otopine, brzina hlađenja otopine i dr. Daljnjim proučavanjem otkrivena su pojedina strukturalna svojstva mikrosfera. Na primjer one posjeduju koncentrične granice. Elektronskim mikrografom takođe je

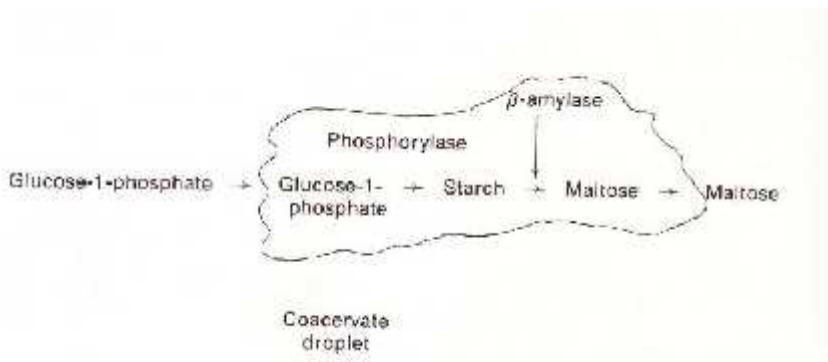
otkrivena ultra struktura koja je vrlo slična kao kod nekih jednostavnih bakterija. Isto tako, uočena je dvostruka membrana koja je vrlo slična kao kod onih u stanice. Još jedna važna sličnost sa stanicom je mogućnost osmoze. Naime, kada se mikrosfere prebacuju iz hipertonične u hipotonu otopinu ili obrnuto one se povećaju ili smanjuju. Smatra se da u daljnjem evolucijom su mikrosfere dodale lipide u svoje membrane kako bi povećale svoju stabilnost i povećale u inak selektivne propusnosti. I na kraju je otkriveno da mikrosfere imaju mogućnost proliferacije putem pupanja (Slika 8) čime se može zaključiti kako su se nekada davno one širile i tvorile vrlo jednostavne mikrosustave. Ali postoji pretpostavka da one nisu same sintetizirale svoje proteine već da su iz okoline uzimali sastojke koji su im bili potrebni što dovodi do zaključka da su prvi organizmi najvjerojatnije bili heterotrofi.



Slika 8: Prikaz mikrosfera i njihove sposobnosti pupanja.

Uz proteinoidne mikrosfere, najpoznatiji modeli predstavljeni u životu bile su koacervatne kapljice. Njih je prvi proučavao Oparin kao moguću etapu života. Uspio ih je dobiti kombinirajući otopine s suprotno nabijenim koloidima, tj. sa želatinom i gumi arabikom. Zajedno kombinirane ove otopine formiraju klastere. Kada ti klasteri dosegnu određenu veličinu oni se razdvajaju iz otopine u obliku kapljica i sastoje se od organske faze koacervata. Nakon što se koacervate kapljice formiraju, one mogu uzimati materijale iz vanjskog medija. Uzimanje tvari iz okoline uzrokuje vrlo brzo stanje ravnoteže i one postaju pasivne. Uzimajući u obzir njihovu mogućnost apsorpcije tvari iz okoline, Oparin je napravio eksperiment koji je dokazao samu aktivnost kapljica. On je napravio kapljice iz gumi arabike i histona na pH 6.2 i pritom dodao fosforilazu tijekom njihove formacije. Nakon što su kapljice bile formirane Oparin je u otopinu otopio

glukozu-1-fosfat i otkrio da pri apsorpciji kapljice su iskoristile enzim prisutan u njihovoj strukturi i proizvele škrob (Slika 9).



Slika 9: Pokus kojim je Oparin dokazao da koacervatne kapljice uzimaju tvari iz okoline i da imaju određenu aktivnost.

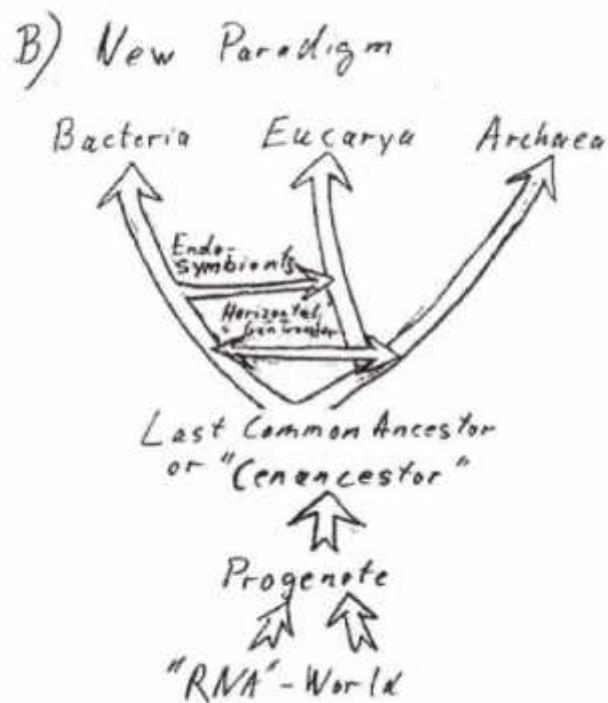
Kasnije su bili provedeni različiti eksperimenti pri kojima su dodavani različiti enzimi i supstrati. Oparin je tim eksperimentima dao veliki doprinos u istraživanjima o podrijetlu života i zaključio da u davnjoj prošlosti su morali postojati „otvoreni sustavi“ koji su primali potrebne tvari iz okoline kako bi se održali.

Mnogi znanstvenici i dalje raspravljaju o sličnostima i razlikama između proteinoidnih mikrosfera i koacervatnih kapljica dok neki pak tvrde da su one identične. Međutim postoje neke vrlo važne razlike. Kapljice nisu ni približno toliko stabilne i brzo se raspadaju. Isto tako one se stastoje jednog ili više polimera dobivenih iz živih sustava dok su mikrosfere građene od polimera koji su pak sastavljeni od monomera pod utjecajem uvijeta koji su nekada vladali Zemljom. Smatra se da su zbog svoje građe i stabilnosti proteinoidne mikrosfere jedine za koje se može smatrati da su bili prvi pravi predstavnici predstanci nove života i dokaz kako je prva prava stanica mogla nastati.

b) *Progenot:*

Današnji znanstvenici koriste ime Progenom na dva načina: 1. Određuje stupanj organizacije koji prethodi pravoj stanici, ali ima organizaciju prokariota i 2. Označuje zadnjeg zajedničkog poznatog pretka LUCA-u ili cenancestora. Prema nekim teorijama LUCA je imao organizaciju kao u prokariota, međutim znanstvenim analizama u molekularnoj evoluciji zaključeno se da je LUCA možda i bio prokariot. S takvim znanjem trebalo bi se zaključiti da Progenot

predstavlja odre en stupanj organizacije koji je bio sli an pradavnim prokariotima. Woese i Fox su smatrali da su se eukarioti razvili od prokariota, ali samo u smislu stupnja organizacije, a ne filogenije. Zajedno s tim, smatrali su da su se prokarioti razvili iz jednostavnih organizama i da su to vrlo vjerojatno bili Progenoti zato jer, su se još uvijek nalazili u procesu evolucije izme u genotipa i fenotipa. Organizmi koji imaju prokariotsku organizaciju sadrže genome koji kodiraju razli te biokemijske reakcije i strukturne funkcije. Tako er sadrže reakcije kao što su replikacija genoma ili translacija genetske informacije. Znaju i da je organizacija prokariotske stanice jako kompleksna i vjerojatnost da su prvo nastale stanice s prokariotskom organizacijom iz aktiviranih nukleotida i aminokiselina je gotovo jednak nuli, znanstvenici su zato zaklju ili da su morali postojati neki me ukoraci koji su doveli od prvih polimera do prve stanice. Za te intermedijere se smatraju ti progenotu nalik organizmi. Upravo zbog toga se smatra da je LUCA bio progenot jer je imao organizaciju mnogo jednostavniju od najranijih prokariota. Isto tako, Woese i Fox smatraju da je LUCA bio predak svih triju carstava: bakterija, arhebakterija i eukariota. I da su se sva tri carstva razvila neovisno jedan o drugom, ali paralelno iz Progenota (Slika 10).



Slika 10: Prikaz teorije kojom se smatra da je LUCA bio predak triju carstva.

Još je puno pitanja ostalo neotkriveno jer iako ova tri carstva dijele sli ne karakteristike sa LUCA-om to ne zna i da su sva ta carstva dobila te osobine od njega: lako je mogu e da su se karakteristike pojatile tek kasnije u evoluciji ili su prešle horizontalnim prijenosom gena. Sve u svemu, smatra se da je LUCA glavni predak prvih stanica, a da je Progenot samo izraz koji predstavlja odre enu organizaciju stanice koja je prethodila svima ostalima.

c) *LUCA:*

Jedno od najve ih dostignu a u molekularnoj kladistici bilo je usporedba malih ribosomalnih RNA sekvenaca, što je omogu ilo konstrukciju velikog filogenetskog stabla u koje se svi organizmi mogu svrstati pod tri velike monofiletske skupine: eubakterije, arhebakterije i eukarioti. Ova carstva sadrže me usobno neke sli nosti koje mogu biti posljedica zajedni kog pretka iz koje su se ove tri linije razvile. I taj zajedni ki predak se zove LUCA ili cencestor. Nažalost, nikakvi fosili takvoga pretka nisu na eni, ali uvid u njegovu prirodu može se odrediti iz molekularnih podataka. Sa kladisti kog gledišta, LUCA je jednostavno popis zna ajki svih organizama koji se nalaze na vrhu molekularnog stabla. Me utim, sa evolucijskog gledišta, razumljivo je za prepostaviti da su preci svih živu ih organizama morali biti manje kompleksni ak i od najjednostavnije stanice. Uz to, teorija da je LUCA ustvari progenot ija genotipska i fenotipska povezanost je vrlo mala ili nikakva, je odba ena uz pretpostavku da LUCA nije bio direktn predak RNA svijeta ve da su prije njega postojali puno jednostavniji oblici organizacije stanica. Upravo zbog toga prou avani su razli iti oblici prijenosa genoma i otkriveno je da oni imaju mozai nu strukturu ije komponente su mogle do i od strane filogenetski razli itih i razdvojenih vrsta donora. Kao rezultat toga, široki spektar rekombinacijskih procesa su bili opisani, od homologne rekombinacije gena uz pomo konjugacije, transdukcije ili transformacije do stani ne fuzije što uklju uje organizme sli nih ili razli itih domena. Definirati prirodu LUCA-e je i dalje težak zadak u prou avanju rane evolucije života na Zemlji zbog kompleksnosti samih evolucijskih procesa, nedovoljnog razumijevanja samih tih procesa i zbog ograni enja materijala koje smo naslijedili i koji bi nam zasigurno olakšali sastavljanje uvjeta koji su vladali na Zemlji kao i odre ivanje prave prirode LUCA-e.

U pokušaju da se odredi prava priroda LUCA-e postavlja se pitanje kakav je genom sadržavalo. DNA ili RNA? Sa sigurnoš u se zna da danas ve ina živu ih organizama ima DNA genom i zbog toga su mnogi pretpostavili da i LUCA tako er je morao imati DNA. Me utim, Woese je predložio drugu teoriju. On je smatrao da je nekada postojao progenotu sli an predak sa genomom koji se brzo razvijao, a sastojao se od dezagregiranih, vrlo malih molekula RNA. I ostali su se bili s njim složili predlažu i da je LUCA doista imao RNA kao genetski polimer. Ali, takva teorija se nije mogla dokazati zbog limitiraju ih resursa od samo dvije parazitske bakterije iji genomi su bili pod utjecajem polifiletskog gubitka gena. Neki znanstvenici su prou avali setove primaza, replikativnih polimeraza i ostalih proteina koji su uklju eni u DNA replikaciju i predložili alternativnu shemu koja uklju uje hibrida RNA/DNA cenancestorskog genetskog sustava iji kompleksan replikacijski ciklus uklju uje reverznu transkriptazu. Kao što je ve bilo prije spomenuto, teorija da je RNA prethodila DNA kao genetski materijal nije bila prihva ena upravo zbog boljih svojstava koje ima DNA u odnosu na RNA. To su na primjer njezina stabilna struktura i mogu nost bolje replikacije i manji postotak gubitka gena. Zato se sa sigurnoš u može pretpostaviti da je LUCA sadržavao DNA genom.

U odre ivanju prirode cenancestora esto se uspore uju tri glavna carstva molekularnog stabla. Genomi arhea i bakterija su vrlo sli ni u veli ini i replikacijskom mehanizmu dok su genomi eukariota ne samo mnogo druga iji me u razli iti organizmima unutar carstva nego se jako razlikuju i od samih prokariota. Uobi ajeno je za pretpostaviti da su se eukarioti razvili iz prokariota što tako er dovodi do pretpostavke da je LUCA imao genom sli an prokariotu ili ak jednostavniji. Ta tvrdnja je podržana kod prou avanja geneti kog stabla kod bakterija ili kod tvrdnje da su eukarioti nastali spajanjem bakterija i arhea. Me utim, kao sve tvrdnje o postanku prvih organizama, teško je sve sa sigurnoš u dokazati. Sagledavaju i neke injenice, može se pretpostaviti da je LUCA bio predak svih danas živu ih organizama, da je imao stani nu organizaciju vrlo sli nu prokariotima, samo jednostavniju i da je vrlo vjerojatno imao DNA kao genetsku informaciju, ali nije sigurno da li je on nasljednik RNA svijeta.

8) TEORIJA PANSPERMIJE

Panspermija je termin koji nam daje alternativu za nastanak života na Zemlji, tj. za abiogenezu (stvaranje žive tvari iz nežive). Ta teorija govori da primitivni život možda vu e podrijetlo iz svemira. Smatra se da sjeme života sveprisutno i da je ono moglo donijeti život na Zemlju kao i na druge planete u svemiru. 1903. Svante Arrhenius je postavio teoriju da su mikrobne spore bile vu ene kroz svemir od strane radijacije koje su emitirale zvijezde i da su one bile te koje su zapo ele život na Zemlji. Te spore su putovale kroz svemir zašti ene meteorima od štetnog ultraljubi astog zra enja. Prema teoriji život na Zemlju je iz svemira došao prije 4 milijarde godina kao posljedica pada puno meteorita koji su sadržavali mikroorganizme. Isto tako neki tvrde da život koji se nalazi u svemiru dolazi od jednog velikog pretka, kao što su na primjer tvrdili Hoyle i Chandra Wickramsinghe. Oni smatraju da, vode i se za ovom teorijom, novi oblici života i danas stalno dolaze na Zemlju i da su oni možda odgovorni za epidemije bolesti i genetske novosti koje su bitne za mikroevoluciju. Oni vrsto vjeruju da je meteorit koji je pao na Zemlju prije 4 milijarde godina sa svojim organskim materijalom odgovoran za postanak života na Zemlji. Isto tako smatraju da su estice prašine u me uzvjezdanom mediju bile kompleksne konstrukcije i da njihovo uklju enje unutar meteorita dovelo do transformacije prebioti ke materije u primitivne bakterijske stanice. Tako er je Zemlja mogla dobiti putem meteorita još kompleksnije molekule s enzimatskim funkcijama, molekule koje su bile prebioti ke, ali bile dijelom sustava koji je ve bio na dobrom putu prema bioti kom sustavu. Nakon što su takve molekule dospjele na naš planet mogle su nastaviti svoju evoluciju prema prvoj stanici i prema tome, život je mogao imati korijenje i u svemiru i na Zemlji. Istaživanja su otkrila da u svemiru postoji najjednostavnija amino kiselina Glicin u gustom oblaku me uzvjezdanog plina koji se nalazi u središtu Mlije ne Staze i zove se Sagittarius B2 što je dokazalo da je vjerojatno me uzvjezdani prostor igrao važnu ulogu u kemijskoj evoluciji Zemlje. Tako er postoje nalazi fosiliziranih mikroorganizama prona enih unutar 4.6 milijardi starom Murchison meteoritu koji je pogodio kontinent Australiju 1969. godine. Prona eni organizmi su bili identificirani kao bakterija koja je sposobna preživjeti ekstremne uvjete što je dovelo do pretpostavke da je prvi život mogao nastati negdje u dalekom svemiru prije nego što je meteorit pao na Zemlju.

Ova teorija panspermije nam daje uvid u to kako je moglo do i do razvoja života na Zemlji i iako je mnogi znanstvenici podržavaju ona ipak ima neke nedostatke. Smatra se da bi mikroorganizam uopće „zarazio“ Zemlju morao biti dosta kompleksan u odnosu na trenutne prokariote i da nije mogao biti progenot za kojeg se misli da je po etni oblik prve stani ne organizacije. To je zato što progenot sam po sebi bi imao male šanse da „zarazi“ Zemlju radi svoji jednostavnih karakteristika. Jedna od tih karakteristika je da se vjerojatno ne bi mogao prilagoditi rastu u druga iji uvjetima od onih koji su tada vladali na Zemlji i zbog toga teško da bi mogao se razviti na nekim drugim planetima. Druga je da vjerojatno ne bi preživio tako dug put kroz svemir do našeg planeta pošto je on sam po sebi vrlo jednostavne organizacije iji genotip i fenotip nisu potpuno razvijeni da bi mogli me usobno surađivati. Isto tako ti progenoti su vjerojatno okupirali jako specifičnu nišu i ne bi bili u mogunosti kolonizirati cijeli planet. Kada se ove karakteristike zajedno sumiraju može se zaključiti da ako mikroorganizmi jesu naselili naš planet, oni su trebali biti u mogunosti naseliti različita područja naše planete što znači da su se trebali moći i prilagoditi na određene uvjete kako bi naselili sva područja i omogućiti daljnju evoluciju. U tome im je mogla pomoći samo sposobnost uspješnog nasljeđivanja i mutacije, tj. da su genotip i fenotip usko povezani. To na primjer progenot nije imao, a pošto se smatra da je on bio prvi oblik stani ne organizacije i nije imao takvu mogunost prilagodbe to dovodi u pitanje samu teoriju panspermije. Naravno, neki znanstvenici i dalje vrsto vjeruju u nju, kao na primjer svjetski poznati fizici Stephen Hawking i znanstvenici koji su otkrili strukturu DNA James D. Watson i Francis Crick (1916.-2004.).

9) ZAKLJU AK:

Mnogi se znanszvenici pitaju i pokušaju na i rješenje o tome kako je život nastao. Kroz godine i stolje a govorili su o mnogim prepostavkama i teorijama, ali bez obzira koliko se pojedina teorija inila valjanom i to nom, niti jednu nisu uspjeli do kraja dokazati. Pokušavaju i otkriti kako je život nastao je gotovo jednako misteriozno kao i bi a s drugih planeta ili kao putovanje kroz vrijeme. Kako je sve izgledalo prije svemira, prije materije i prije života? Kako je nastao svemir i kako su se formirale galaksije i zvijezde? Kako i kada je jedna mala molekula odlu ila se udružiti s ostalima kako bi stvorili savršen stroj za razmnožavanje i prilago avanje vanjskim uvjetima i od kuda su te molekule došle? Za svaku od tih pojedinih tema postoje teorije i pokušaji da ih se dokažu i u ine utoliko stvarnjima. Ljudi kao znatiželjna bi a uvijek e težiti novom otkri ima i novim saznanjima, a s napretkom tehnologija, kroz vrijeme, mo i e se odgovoriti na mnoga još uvijek neodgovorena pitanja. A odgovori na ta pitanja init e nam se još nevjerojatnjima nego što bismo o ekivali. Uz te odgovore do i e nova pitanja i istraživanja e se nastaviti sve dok se že za znanjem ne utaži. Jedino što e nam na kraju preostati je da sva saznanja koja skupimo iskoristimo što mudrije možemo, bez remetenja balansa prirode, vremena i prostora. Jer ono što bi svaki ovjek trebao shvatiti je to,da je on samo kap u moru bezgrani nog svemira što nas okružuje. Nikada se ne zna što nas o ekuje iza svakog novog otkri a jer znanje je najve a mo koju jedno bi e može posjedovati samo treba znati kako ga koristiti.

10) SAŽETAK:

U po etku nije bilo ni ega, nije bilo vremena, prostora, niti estica. Potom, u nekom trenutku dogodila se velika eksplozija zvana Veliki Prasak. Nastao je svemir sa svim planetima, galaksijama i zvijezdama koje danas poznajemo. U tom velikom svemiru nastao je i naš planet, u po etku poptuno gol i vru s mnogo stalno aktivnih vulkana i kipu om parom. Uskoro, zahvaljuju i toj pari, nastali su oceani i stvorena je atmosfera. Površina planeta se postepeno po elu hladiti i s dovoljnom koli inom vode kemijska evolucija mogla je zapo eti. Nitko nije siguran kako je sve zapo elo. ak i najve i znanstvenici, sa svim svojim eksperimentima, nisu mogli dokazati ve inu teorija i svaki put kada bi nešto otkrili nova pitanja bi se opet postavila. Neki kažu da iz jednostavnih molekula nastale su one mnogo kompleksnije, kao npr. animokiseline ili ugljikohidrati, koje su postale jedne od glavnih sastavnica svakog živog bi a. Oni smatraju da je prvo postojao RNA svijet, s RNA lancima koji su se mogli samostalno replicirati. Me utim, ostali kažu da je prvo bila DNA zbog svoje stabilnosti. Ali, ako i znanstvenici uspiju razotkriti ovu misteriju postoje još mnoga pitanja koja zahtjevaju odgovore. Postoje mnoge rasprave o tome kako je nastala prva stanica. Smatra se da su se kompleksne molekule nekako uspijele odlu iti da se udruže u jednu kompleksu organizaciju koja bi im omogu ila da prežive na razli itim staništima i da prenose gene koji su pogodni. Tu primitivnu organizaciju zovu LUCA, ali nažalost postoje još mnoga pitanja u vezi te teme kao i mnogo teorija. Znanstvenici ak razmatraju mogu nost da je prva molekula ili stanica došla na naš planet iz svemira meteoritima ili ak uz pomo vanzemaljaca. Ova teorija se zove teorija Panspermije i postaje sve više popularna me u znanstvenicima. Bez obzira koja od ovih teorija se na kraju pokaže to nom, jedno je sigurno, pro i e još mnogo vremena prije nego li dokažemo išta bez ikakve sumnje.

11) SUMMARY:

In the beginning there was nothing, no time, no space, no particles. Then at some point there was a big explosion called The Big Bang. The Universe was born with every planets, galaxies and stars that are known today. In this big Universe our planet was born, at first bare and hot with constantly active volcanoes and boiling hot steam. Soon, thanks to that steam, oceans were made and the atmosphere was created. The surface became cooler and with enough water the chemical evolution could begin. Nobody is sure how it all started. Even the greatest scientists, with all their experiments, weren't able to prove most of the theories and every time they discovered something new questions would arise. Some say that from simple molecules more complex ones were formed, such as amino acids or carbohydrates, which became one of the main compositions of every living being. They claim that there was first the RNA world with RNA chains that could replicate themselves. However, others say that DNA was the first due to its stability. But, even if scientists manage to uncover this mystery there are other questions that also need answering. There are a lot of debates about how the first cell was made. It is said that the complex molecules somehow decided to team up and form an organization that would enable them to survive in different habitats and to pass down genes that are suitable. They call this primitive organization LUCA but unfortunately there are still a lot of questions on this topic and many are discussing a lot of theories. The scientists are even talking about the possibility that the molecule or the first living cell was brought to Earth from space by meteorites or even by aliens. This theory is called Panspermia and it is becoming more and more popular among the scientists. Whichever theory proves to be correct one, one thing is certain, it will be long before we prove anything without a doubt.

12) LITERATURA:

- 1) Stephen C. Stearns, Rolf F. Hoekstra – Evolution
- 2) Michael Zeilik – Astronomy, the evolving universe
- 3) Fox/Dose - Molecular evolution and the origin of life
- 4) Patrick Forterre – The origin of DNA genomes and DNA replication proteins
- 5) Ivan Kešina – ABIOGENEZA ili BIOGENEZA, Prirodoslovne injenice i filozofske refleksije o postanku života na Zemlji
- 6) Walter Gilbert, Sandro J. de Souza, Manyuan Long – Origin of genes
- 7) Luis Delaye, Arturo Becerra, Antonio Lazcano – The last common ancestor: What's in a name
- 8) Massimo di Giulio – Biological evidence against the panspermia theory
- 9) Ashwini Kumar Lal – Origin of life
- 10) www.darwinismrefuted.com/myht_of_homology_01.html
- 11) what-when-how.com/inventions/synthetic-amino-acid-inventions/
- 12) www.vigyanprasar.gov.in/scientists/JBSHaldane.htm
- 13) evolutionwiki.org/wiki/Abiogenesis