

# EVOLUCIJA

## ∞ EVOLUCIJA Z NARAVNIM IZBOROM JE TEMELJNA LASTNOST ŽIVEGA

Jean Baptiste Lamarck (1809) - zaporedja fosilov lahko razložimo s postopnim spreminjanjem organizmov skozi daljša časovna obdobja. *Na kakšen način se vrste spreminjajo?* ↓

Charles Darwin – **evolucijska teorija** (vse oblike življenja so nastale iz istega prednika; postopno spreminjanje povzroči **naravni izbor**)

## ∞ EVOLUCIJSKA (RAZVOJNA) TEORIJA (na podlagi časovno urejenih zaporedij fosilov)

- boj za obstanek (osebki iste vrste med seboj tekmujejo za preživetje, saj se borijo za naravne vire)
- boj za razmnoževanje (prenašanje genov v prihodnost) – velik pomen ima fenotip organizmov, saj se morajo prilagajati na okolje z barvo in zunanjimi lastnostmi, zato da preživijo > preživijo najbolj prilagojeni na okolje

Ker se okolje neprestano spreminja, so osebki v različnem okolju različno uspešni pri razmnoževanju, saj okolje s svojimi zahtevami izbira fenotipe, ki bodo preživeli – **naravni izbor/selekcija**.

\***Aklimatizacija** – nededna prilagoditev posameznega osebka na spremenjene razmere v okolju

\***Adaptacija /evolucijska prilagoditev**– postopno prilagajanje populacije skozi čas zaradi naravnega izbora (evolucijska prilagoditev)

Evolucija je posledica: čezmernega potomstva, dedne raznolikosti potomcev, omejenosti naravnih virov, izbirnih mehanizmov okolja, ki omogočajo preživetje in uspešnega razmnoževanja organizmov.

## ∞ EVOLUCIJA POPULACIJ – postopno prilagajanje populacij na trenutno okolje

\***Populacija** (osnovna enota evolucije) – skupina organizmov iste vrste, ki živijo na istem prostoru in v istem času in se *dejansko* uspešno razmnožujejo

\***Vrsta** – skupina populacij, ki se *lahko* uspešno razmnožuje

- **čezmerno potomstvo**/hiperprodukcija – preživi le toliko potomcev, kot je staršev, ostali umrejo (število preživelih je odvisno od neživih-prostor, podnebje, snovi v prsti in živih-hrana, plenilci, zajedalci dejavnikov okolja)
- na fenotip poleg genotipa vplivajo tudi različni **dejavniki okolja** – sprememb lastnosti, ki jih osebki tekom življenja pridobi, se ne prenesejo na potomce (sončenje-temnejša barva kože, tatui, ...)
- **raznolikost organizmov** v populaciji – z mutacijami nastajajo novi nove različice genov/alelov (razmnožujejo se z nespolnim razmnoževanjem-vsi popolnoma isti (razne če pride do mutacij) ali spolnim-osebki so različni) – naravni izbor deluje na fenotip, glede na trenutne razmere v okolju-se spreminja

POGOSTOST ALELOV V POPULACIJI IN NARAVNI IZBOR: \***genski sklad** populacije - vsi aleli neke populacije v danem trenutku (pogostost alelov lahko spremeni naravni izbor!)

### Pogostost alelov v populaciji lahko spremenijo tudi:

**Mutacije** – nastajanje novih alelov

Mutacija se prenese le, če do nje pride v spolnih celicah ali v celicah, iz katerih spolne celice nastajajo. Da se mutiran gen v populaciji poveča, ga mora ta osebki z uspešnim razmnoževanjem prenesti na potomce (večina mutacij vpliva le na fenotip ali pa se sploh ne izrazi). Če mutiran alel škoduje imetniku, bo kmalu izginil iz sklada.

**Migracije** – priseljevanje/odseljevanje osebkov v/liz populacije (pretok genov zmanjšuje razlike med populacijami)

Naključni genetski premik – sprememba pogostosti alelov v genskem skladu zaradi naključja

V manjših populacijah se vsaka sprememba pogostosti alelov zelo pozna, v večji pa manj (manjša populacija nastane zaradi katastrofe ali pa ker se skupina osebkov loči od populacije in naseli novo okolje – siromaši se genska raznolikost in imajo manjše sposobnosti za prilagajanje na novo okolje).

Temelj naravnega izbora je različna uspešnost različnih osebkov pri razmnoževanju (bolj prilagojeni se bodo bolj razmnoževali) – plevel postane odporen na škropila, močnejši kljuni, ker je trša podlaga...

S spolnim razmnoževanjem imajo potomci več možnosti za preživetje, saj nastajajo osebkovi z različnimi genotipi/fenotipi, z nespolnim, pri katerem nastanejo enaki osebki pa imajo le-ti več možnosti za izumrtje (sprememba barve tal z zelenimi hroščki).

→ **spolni izbor** = oblika naravnega izbor, kjer so pomembni sekundarni spolni znaki (pav: samci-velik rep, samice-kratek rep → samica izbira partnerja glede na lepoto; gupiji)

→ **umetni izbor** = človek določa o preživetju in razmnoževanju osebkov (zelo hiter)

#### ∞ PRILAGODITEV NA OKOLJE (posledica naravnega izbora)

\***Prilagoditev** – vsaka lastnost, ki poveča verjetnost organizma za preživetje v danem okolju (oblika, barva telesa, način vedenja,...). Popolna prilagojenost je »cilj«, ki se ga ne more doseči, zaradi stalnega spreminjanja okolja, evolucija pa je proces brez konca.

DIVERGENCA (divergenten razvoj) – razvoj, pri katerem so istoizvirne strukture postajajo vedno bolj različne; bolj kot sta si dve vrsti sorodni, bliže v preteklosti je živel njun zadnji skupni prednik, manjše so razlike v zaporedju aminokislin v beljakovinah

\***homologne strukture** – strukture s skupnim izvorom, ki se zaradi različnih nalog in divergentnega izvora med seboj razlikujejo (*listi semenk*)

KOVERGENCA (konvergenten razvoj) – razvoj, pri katerem strukture različnega izvora postajajo vedno bolj podobne

\***analogne strukture** – podobne strukture različnega nastanka in zgradbe (*jež, krt*)

PROGRESIVNOST (od preprostejših do kompleksnejših) in REGRESIVNOST (od kompleksnejših k preprostejšim)

regresiven razvoj: *trakulja* je včasih imela prebavila, sedaj jih ne potrebuje več, vendar pa ima bolj zapleten način razmnoževanja; *človeška ribica* zaradi teme ne potrebuje oči, zato so ji zakrnele

KOEVOLUCIJA – medsebojno prilagajanje različnih vrst, pri čemer evolucijska sprememba ene vrste vpliva na evolucijo druge vrste (*šiška, kritosemenke in žuželke*) – pri evoluciji žuželke in pelodi cvetov

#### ∞ Z EVOLUCIJSKIM RAZVOJEM NASTAJAJO NOVE VRSTE

\***Speciacija** – nastajanje novih vrst, pri čemer se poveča biotska pestrost (organizmi so različni, toda tudi podobni)

- biološki koncept vrste – pripadnik se razmnožuje in imajo plodne potomce  
problem: ptice na Galapaškem otoku > križanci umrejo v sušnih letih (velikost kljuna); izumrli organizmi > po fosilih ne moremo ugotoviti ali so se lahko medsebojno razmnoževali; organizmi, ki se razmnožujejo nespolno
- morfološki koncept vrste – določanje na podlagi fenotipskih lastnosti  
problem: znanstveniki se ne morejo združiti subjektivnih opažanj
- ekološki koncept vrste – razlikovanje po ekoloških nišah in vlogi v ekosistemu
- evolucijski koncept vrste – skupina organizmov s posebno genetsko zgodovino  
problem: koliko razlik je potrebno za novo, ločeno vrsto?

Da nastaneta dve vrsti iz ene, mora nastati razmnoževalna pregrada med novima vrstama (razdelitev ene populacije na dve prostorsko ločeni populaciji) – npr. človeške rase.

Predoploditvene razmnoževalne pregrade (nastanejo pred nastankom zigote z združitvijo spolnih celic)

- razlike v **zgradbi telesa**: osebka morata imeti ujemajoče spolne organe (ključ-ključavnica)
- razlika v **procesu oploditve**: semenčica in jajčece se ne moreta združiti, zaradi med seboj nepovezljivih beljakovin na površini spolnih celic
- razlika v **vedenju**: samica zavrne samca druge vrste, če se vede drugače (utripanje, oglašanje, gibanje..)
- razlika v **času razmnoževanja**: npr. rastline, čas cvetenja

Pooploditvene pregrade (spolni celici se združita)

- križanci so **nesposobni preživeti** (prekinitiv razvoja, propad zarodka)
- **neplodnost** križanca (lahko preživijo do spolne zrelosti) – konji, zebre, osli
- nesposobnost potomcev **križancev za preživetje**

Nastanek dveh vrst iz ene predniške vrste pomeni razdelitev ene populacije na dve prostorsko ločeni populaciji. Ko ju prostorsko ločimo (spremenjen tok reke, dvig gorovja, dvig gladine morja in nastanek otokov), vsaka pridobi nov genski sklad. Osebke nato ne moremo uspešno razmnoževati > gamsi; dvig gladine morja je povzročil, da živi le v višjih gorstvih

**\*Prilagoditvena radiacija** (iz vira na vse smeri) – evolucijski razvoj novih vrst iz skupnega prednika, zaradi \*evolucijske novosti – lastnost, zaradi katere ima organizem prednosti za zasedanje novih ekoloških niš

## KAJ POTRJUJE EVOLUCIJSKO TEORIJU?

**Fosili** – fizični in kemijski ostanki organizmov (tudi odtisi hoje, vrtanja, počivanja živali...)

Organizmi se lahko ujamejo v snov (npr. smola > jantar) in se tako ne razgradijo. Časovna ureditev fosilov predstavlja postopno spreminjanje organizmov v določenem zgodovinskem zaporedju. Najstarejši fosili so fosili prokariontskih organizmov izpred *3.5 milijarde let*.

Ugotavljanje starosti fosilov: lega (na vrhu ali na dnu sedimentnih kamnin) ali z radiometričnih datiranjem

### **Območja razširitve vrst**

Na različnih kontinentih so našli fosile istih vrst, za katere je nemogoče, da so se razvile večkrat neodvisno. To pojasnjuje skupni kontinent Pangea.

**\*Endemiti** – vrste, ki so značilne le za neko majhno območje

**Zarodki** – primerjava zgodnjih stopenj razvoja zarodka

Nekako se lahko v razvoju zarodka neke vrste v grobem ponovi evolucijska zgodovina te vrste.

*Strunarji*: ličinke so zarodki tipičnih strunarjev, ko pa se pritrdijo na tla, nimajo več te zgradbe

Organizme lahko danes primerjajo tudi z geni in beljakovinami (v genih je zapisana zgradba beljakovin, ki vplivajo na fenotipske lastnosti).

### **Primerjava zgradbe organizmov**

progresiven in regresiven razvoj, analogni in homologni organi ter nepovratni razvoj, razvoj zaporedkov, zgradba beljakovin in genov in vidik simetrije: nesimetrični, zvezasto simetrični (dve ali več simetrijski ravnini-zvezda), birateralna/dvobočna simetrija (leva:desna)

## ∞ HIPOTEZE O NASTANKU ŽIVLJENJA

- trajnostna hipoteza (življenje je od nekdanj)
- stvariteljska hipoteza (življenje je ustvarilo nadnaravno bitje)
- kozmična/panspermijska hipoteza (življenje je bilo že prej, na Zemljo je prišlo z asteroidi...)
- hipoteza o spontanem nastajanju (živa bitja nastajajo iz neživih snovi) → Redijev poskus (v odprto posodo je dal hrano – pokvarila se je; v zaprto je dal hrano – ni se pokvarila, ni nastalo življenje); → Pasteurjeva teorija (ukriviljena posoda)
- biokemijska evolucijska hipoteza (življenje je nastalo v spontanah razmerah 4.5 milijarde let nazaj) → Miller in Urey - poskus z abiotskimi razmerami

\***Abiogeneza** – nastanek življenja iz nežive narave (brez živih bitij)

\***Biogeneza** – razmnožujejo se le živi organizmi

## ∞ EVOLUCIJSKA ZGODOVINA ŽIVLJENJA NA ZEMLJI

**nastanek življenja/prokariontske celice > razvoj evkariontske > razvoj večceličnih evkariontov > prehod na kopno**

\***LUCA** – zadnji skupni prednik vseh organizmov (najbrž kak prokariont)

pred 4.6 milijardami let – nastanek planeta Zemlje

Sinteza organskih snovi iz anorganskih je potekala s pomočjo energije (strele, močno UV-sevanje, toplota iz delujočih vulkanov).

Enostavne organske molekule so se kopičile, ker ni bilo kisika ali življenja, ki bi jih razgradil. Začela so se združevati v komplicirane organske molekule (aminokislina>beljakovine, enostavni sladkorji>polimeri ogljikovih hidratov, maščobne kisline>maščobe-fosfolipidi).

\* **Abiotske razmere** – razmere, v katerih življenje še ni moglo obstajati

Ko je bila Zemlja zelo vroča, je vsa voda izhlapela in nad površjem se je delal oblak vodne pare, ki je vseboval N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S (C, H, O, in N so značilni elementi za organske molekule).

Na Zemlji so se delali oceani z vodo, kjer so bile raztopljene organske snovi (prinešene tudi iz vesolja), anorganske spojine in kemijski elementi. Oceani so bili rjave barve, zaradi raztopljenega železa. Ker je bila prisotna tudi energija so se snovi začele kopičiti v kompleksnejše organske molekule.

Po **kemoevoluciji** (nastanek bolj kompliciranih organskih molekul iz enostavnejših) se je začela **bioevolucija** (nastanek in razvoj živih bitij – morala je nastati celična membrana in sistem za razmnoževanje in dedovanje).

→ kemoevolucija: majhne beljakovine nastanejo tudi pri kapljanju vodne raztopine aminokislin na vroč pesek

1. atmosfera	vodik + helij
2. atmosfera	helij + vodik + metan + ....
3. atmosfera	dušik + ogljikov dioksid + sledi kisika
4. atmosfera	78% dušika, 21% kisika, malo ogljikovega dioksida

Za delovanje **metabolizma**/presnove, morajo delovati vse reakcije v celici, ki pa delujejo le če so primerni katalizatorji (anorganski) / **encimi** (organski). Ker je bilo v oceanu veliko organskih molekul, vendar ne dovolj skoncentriranih, da bi katalizatorji lahko delovali, se je razvila lipidna membrana, ki je omejevala zgoščene organske snovi in encime, da so v njej lahko potekale prebavne reakcije.

**DANAŠNJA CELICA** ima vse strukture, ki so bile v preteklosti za evolucijo izredno pomembne

- DNA (informacijska molekula) – nosi zapis zaporedja aminokislin za uspešen encim
- proces izdelave beljakovin na temelju informacije na DNA
- podvojevanje DNA – ohranjanje informacije o uspešnosti encima
- prenašanje energije z ATP – prenašanje snovi organskih molekul in odvečnih snovi preko membrane

∞ NASTANEK PRVIH CELIC – hipoteze (prva preprosta predstopnja celic je nastala v toplih lagunah)

1. Najprej se je razvila **presnova** – nabor molekul z lipidno membrano se je omejil od neživega okolja, v tem mehurčku so potekale preproste reakcije, energija se je porabljala za delovanje celice
2. Vlogo katalizatorja in hkrati tudi spomina o svoji sestavi bi lahko opravljala le **ena sama molekula** – encimske RNA naj bi si z zaporedjem nukleotidov zapomnile, kakšna zgradba je uspešna pri pospeševanju kemijskih reakcij
3. **Zunajzemeljski nastanek življenja** – meteoriti iz vesolja (Marsa) naj bi prinesli organske molekule, aminokislino na Zemljo (prokariotske celice naj bi se v neugodnih razmerah spremenile v neaktivne, vendar trdožive, in ko bi prišle nekam, kjer so ugodne razmere, bi se spremenile nazaj v aktivne)
4. Življenje naj bi **nastalo na Zemlji**, zaradi bombardiranja Zemljinega površja naj bi nastalo večkrat in naj bi bilo tudi večkrat uničeno
  - **koacervati** (model): preprosta membrana, encimi (iz glukoze škrob), klorofil (sv. reakcije fotosinteze)
  - **mikrosfere** (model): izbirno prepustna membrana, proteinoidi (kot proteini-preprosta presnova), protoencimi (izdelujejo lastne snovi), rastejo, »razmnožujejo« (brsti=mehurčki se odcepijo in rastejo)
  - **probionti**: rastejo, se razmnožujejo, imajo genski kod (ga prenašajo naprej), na meji med živim/neživim
  - **prokariotske celice** (živijo še danes, so najštevilčnejša bitja)
  - **evkariotske celice**

3.9 milijarde let nazaj – **prvi organizmi: PROKARIONTI**

Bili so prvi organizmi na Zemlji. Imeli so vse temeljne lastnosti celic: celično membrano, encime, DNA, mRNA/tRNA/ribosomi, ATP, podvojevanje DNA pred delitvijo.

Najprej so bili **heterotrofi** (hranili so se z organskimi snovmi, ki so se nakopičile v oceanih – org. snovi so razgrajevali, energijo porabljali za celično delovanje; org. snovi je začelo zmanjkovati). Razvili so se **avtotrofni** organizmi (izdelovanje organskih snovi iz anorganskih). Pomembni so bili predniki **cianobakterij**, ki so opravljali fotosintezo in začeli proizvajati kisik.

\* **Cianobakterije** – modrozelenne bakterije

pred 2.2 milijardama let – **prvi kisik v ozračju** Predniki cianobakterij so sproščali kisik v vodo, ki se je vezal z raztopljenim železom in nastali so železovi oksidi, ki so se usedli na dno – rdeče usedline. Raztopina železa se je zato manjšala, kisik pa se je potem začel preko difuzije sproščati v ozračje, saj se ni več mogel vezati z železom in je njegova koncentracija v vodi začela naraščati.

Zaradi kisika je mnogo skupin prokariotov propadlo, nekatere so preživele v okoljih, kjer kisika še ni bilo (še zdaj tam živijo njihovi potomci, anaerobni prokarioti), ostali pa so se na kisik privadili in ga izkoristili za boljše delovanje – razvilo se je **celično dihanje** (*glukoza + kisik > veliko molekul ATP*).

\***Aerobno** je s kisikom, **anaerobno** je brez prisotnosti kisika

2.1 milijarde let nazaj –**razvoj evkariotov EVKARIONTSKE CELICE**

Imajo bolj zapleteno zgradbo: celična membrana, jedrna ovojnica, endoplazmatski retikel, golgijev aparat, mitohondrij (in kloroplasti)

Nastale naj bi s postopnim razvojem iz prokariotske celice.

- celična membrana se je uvihala in nekje obdala DNA (*fagocitoza*), tako je nastalo jedro, endoplazmatski retikel in golgijev aparat
- **mitohondrij** je nastal z endosimbiozo – prosto živeča bakterija je vstopila v celico (kot plen ali zajedalec), drug brez drugega nista mogla živeti

- **kloroplasti** – z endosimbiozo je prosto živeča bakterija, ki je opravljala fotosintezo (prednik današnjih cianobakterij) vstopila v celico

Zaradi mitohondrija je lahko potekalo celično dihanje, zaradi kloroplasti pa je lahko celica izdelovala organske snovi iz anorganskih. Zaradi več membran znotraj celice so reakcije potekale hitreje, saj je bila znotraj razdelka koncentracija encima in substrakta večja.

pred 1.2 milijardama let - ponovno **naraščanje kisika v ozračju**, zaradi evolucije evkariontov s kloroplastmi – alge (fotosinteza)

\*\*\*vrenje > fotosinteza > celično dihanje\*\*\*

## 1.2 milijarde let nazaj VEČCELIČNOST EVKARIONTOV

Enoceličarjem se vsi procesi odvijajo v eni celici/vsaka celica je svoj organizem, večceličarji pa imajo več celic, ki so med seboj odvisne, vsaka pa opravlja svojo nalogo (premikanje, fotosinteza, razmnoževanje, prenašanje snovi). Večceličarji pojedjo manjše, zasedejo veliko prostora,...

\***Diferencirane celice** – specializirane celice, imajo točno svojo nalogo

★ atomi > molekule > specializirane celice > tkiva > organi > organski sistem > sistem > organizem (> populacija > ekosistem > bion)

Kako so nastali prvi večceličarji? Živalski večceličarji - iz heterotrofnih enoceličarjev brez celične stene.

- združitve več enakih celic
- združitve različnih celic
- znotraj celice z več jedri je prišlo do obdajanja teh jeder z membrano

\***Variacije na temo** – razvoj večjega števila raznolikih oblik življenja

\***Homeostaza** – stalno okolje v celici (količina vode, pH, temperatura)

\***Kambrijska eksplozija življenja** – razvoj raznolikih živali, zaradi velike količine kisika v ozračju (pridobivanje energije z razgradnjo organskih snovi med celičnim dihanjem)

Večcelični organizmi imajo posebne probleme, ki so jih rešili: razvejani transportni sistemi (oskrba celic), specializirane celice/tkiva/organi (delitev dela znotraj organizma), medcelično sporočanje

## ∞ POSELITEV KOPNEGA Z RASTLINAMI IN ŽIVALMI

pred 500 milijoni let – začetek poseljevanja kopnega

V ozračju je nastala **ozonska plast**, ki ščiti površje pred UV-sevanjem, ki povzroča poškodbe org. molekul in mutacije DNA. Voda filtrira UV-žarke, zato so organizmi tudi brez ozona v vodi preživeli. Ko je bilo v ozračju dovolj O<sub>2</sub> molekul, se je začel delati ozon – O<sub>3</sub>.

alge > spore kopenske rastline > nizki grmički > glive (telefonski drogovi) >>>

Prve rastline so bile visoke 10cm, brez listov, potem so se razvile take z razvejanim koreninskim sistemom. Tudi v preteklosti naj bi rastlinske korenine živele v sožitju z glivami (voda>organske snovi). Sledila so 8-metrška drevesa s koreninskim sistemom in pahljačastimi listi, nato pa 30-metrška drevesa z velikim koreninskim sistemom in listi kot današnji praprot.

Organizmi so se na življenje izven vode mogli prilagoditi (nekateri so tudi propadli): problem **izsuševanja** (voskasta prevleka nadzemnega dela teles), dodatne **opore** telesa (oporna tkiva), **sprejemanja kisika** v plinastem stanju in škodljivih snovi (transportni sistem).

Živali so se naselile kasneje, saj za svoj obstoj potrebujejo kisik rastlin. Pri prvi eksploziji razvoja žuželk (karbon in perm) so žuželke začele letati po zraku (žuželke – izsuševanje>ogrodje, opora telesa>ogrodje, gibanje>ogrodje in mišice). Druga eksplozija je prinesla razvoj raznolikosti žuželk, ki so se hranile s pelodom in medicino iz cvetov (korist tudi rastline – koevolucija).

\***Koevolucija** – medsebojno evolucijsko prilagajanje različnih vrst, pri katerem evolucijska sprememba ene vrste vpliva na evolucijo druge vrste (žuželke-rastline).

360 milijoni let nazaj – iz plavuti določenih rib so se razvile **4 okončine**

Štirinožni vretenčarji (tudi človek) so svoje štiri okončine razvili iz plavuti določenih rib – dvoživke so še vedno delno vezane na življenje v vodi, plazilci pa niso.

340 milijonov let – **najstarejši fosil plazilca**

Prvi sesalci (razviti v obdobju triasa) so zaradi padca velikega asteroida izumrli (tudi dinozavri). Evolucijska linija človeka se je ločila pred 6 do 7 milijoni let. Danes smo vsi potomci evolucijskih zmagovalcev.

195.000 let nazaj – nastanek naše vrste (opice 48 kromosomov, človek 46)

## ∞ HARDY-WEINBERGOVO NAČELO

Populacija je v genskem ravnovesju:

- odsotnost mutacij (ne spreminjajo genskega sklada)
- naključno parjenje (osebki se pariyo naključno)
- odsotnost pretoka genov (v populacijo se osebki ne priseljujejo ali odseljujejo)
- velika številčnost populacije (populacija je zelo, zelo velika)
- odsotnost naravnega izbora (vsi osebki so enako uspešni pri razmnoževanju)

Populacija v genskem ravnovesju / Hardy-Weinbergova enačba:

$$p^2 + 2.p.q + q^2 = 1$$

p ..... pogostost alela b

q ..... pogostost alela B

$p^2$  ..... pogostost genotipa bb

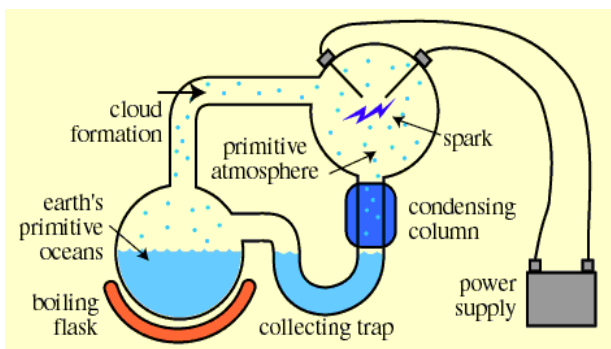
$2.p.q$  ... pogostost genotipa Bb

$q^2$  ..... pogostost genotipa BB

## ∞ NASTAJANJE ORGANSKIH SNOVI S POSKUSI

Američana Stanley Miller in Harold Urey - **nastanejo organske snovi iz anorganskih brez živih posrednikov**

\***Simulacijski poskusi** – posnemanje razmer v nekdanji atmosferi in hidrosferi in ugotavljanje možnosti za nastanek prvih organskih molekul



Vodna para segrevane morske vode je po ceveh prihajala do druge posode, kje se je mešala z plini, ki so bili značilni za prvotno Zemljo ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2$ ). V tej posodi so se zaradi energije (simulacija strel) spajale plinske molekule v preproste organske snovi. Te so se potem raztopile v vodni pari, kar sta kondenzirala in s petelinčkom sta občasno spuščala ven vodo, v kateri sta lahko odkrila številne nove snovi, tudi aminokisljine.

## ∞ PREDCELICE SO DELOVALE NA TEMELJU RNA

RNA molekule lahko kot encimi pospešujejo kemijske reakcije. Kot dedni material so delovale molekule RNA, ne DNA – hipoteza **svet RNA** (sposobne so se podvojiti).

\***Predcelica/protobionti** – struktura, ki še ni prava celica, ima pa že veliko lastnosti, ki jih lahko opazimo pri današnjih celicah

V predcelicah naj bi molekule RNA služile kot dedni material in kot katalizatorji. Pri podvojevanju je prišlo do napak in nekatere so bile boljše encimi, kot druge. Beljakovine so začele nastajati ob pomoči katalizatorskih RNA, potem pa so postale veliko boljše katalizator kot RNA, zato so beljakovine prevzele katalizatorsko vlogo, RNA pa le samopodvojevalno funkcijo. Osnovni zapis o zgradbi in delovanju celic se je prenesel na DNA, saj RNA molekule niso bile stabilne.