



Teorija evolucije 2.

II. GENEALOGIJA GENA

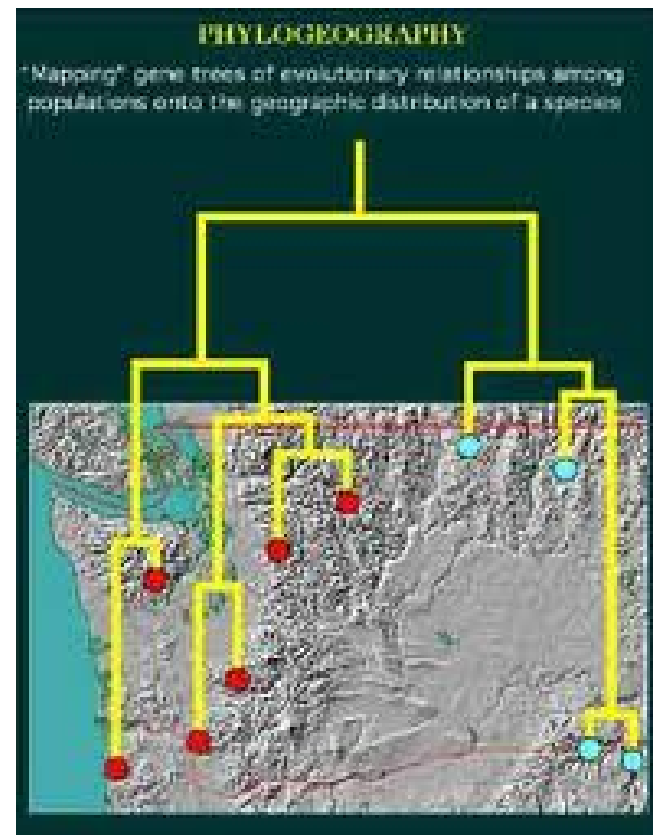
Prof dr Jelka Crnobrnja Isailović

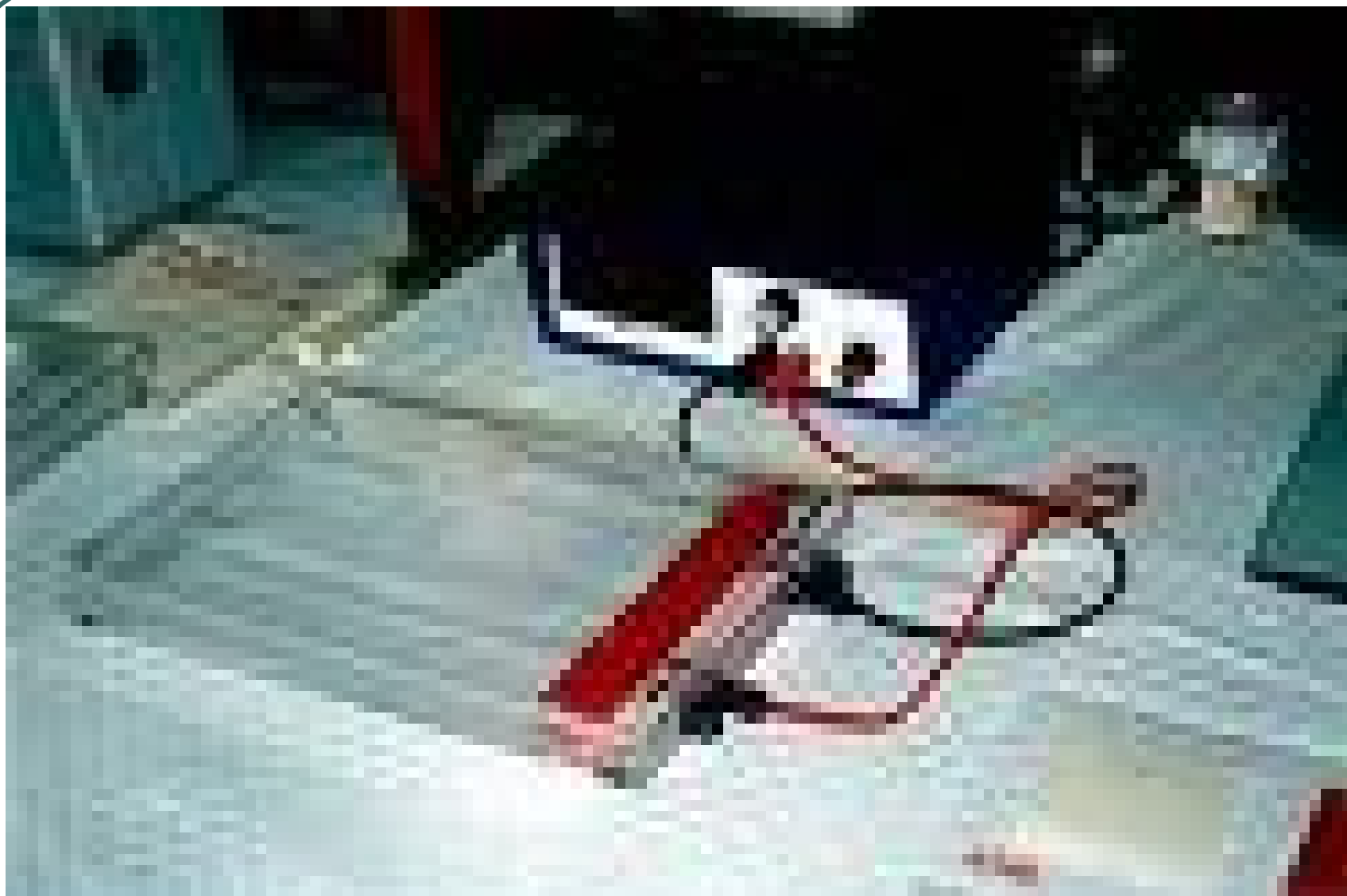


Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije

Filogeografija je oblast koja opisuje principe i procese koji objašnjavaju geografsko rasprostranjenje genetičkih linija.





Gel elektroforeza

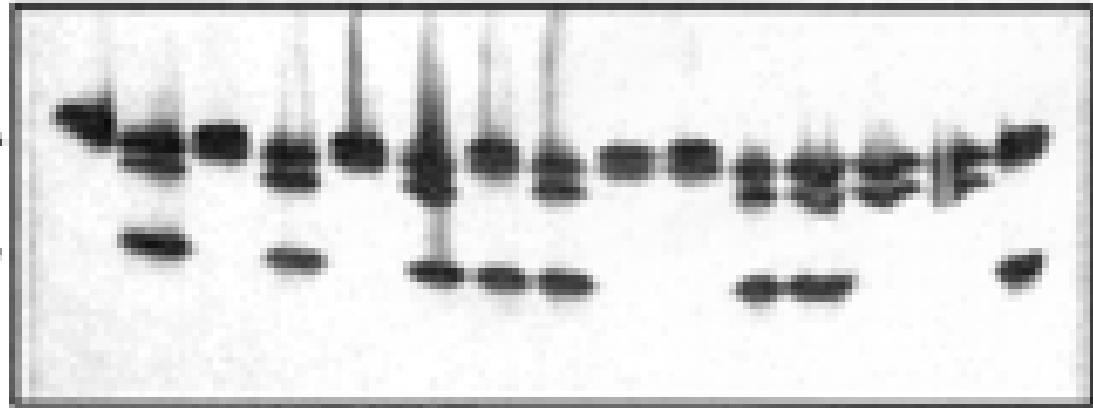


a

Seed 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

G6PDH ▶

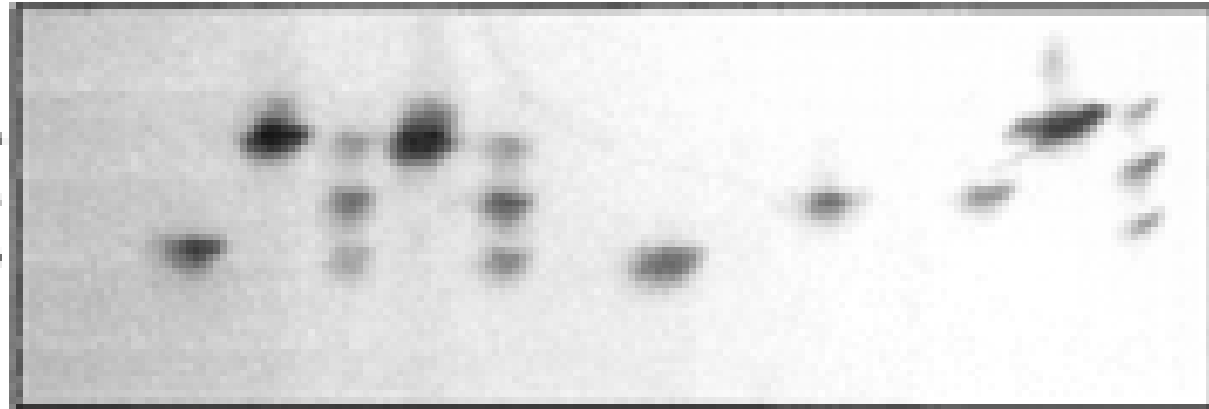
CAD ▶



b

Seed 1 2 3 4 5 6 7
Tissue M E M E M E M E M E M E

CAD
S ▶
I ▶
F ▶



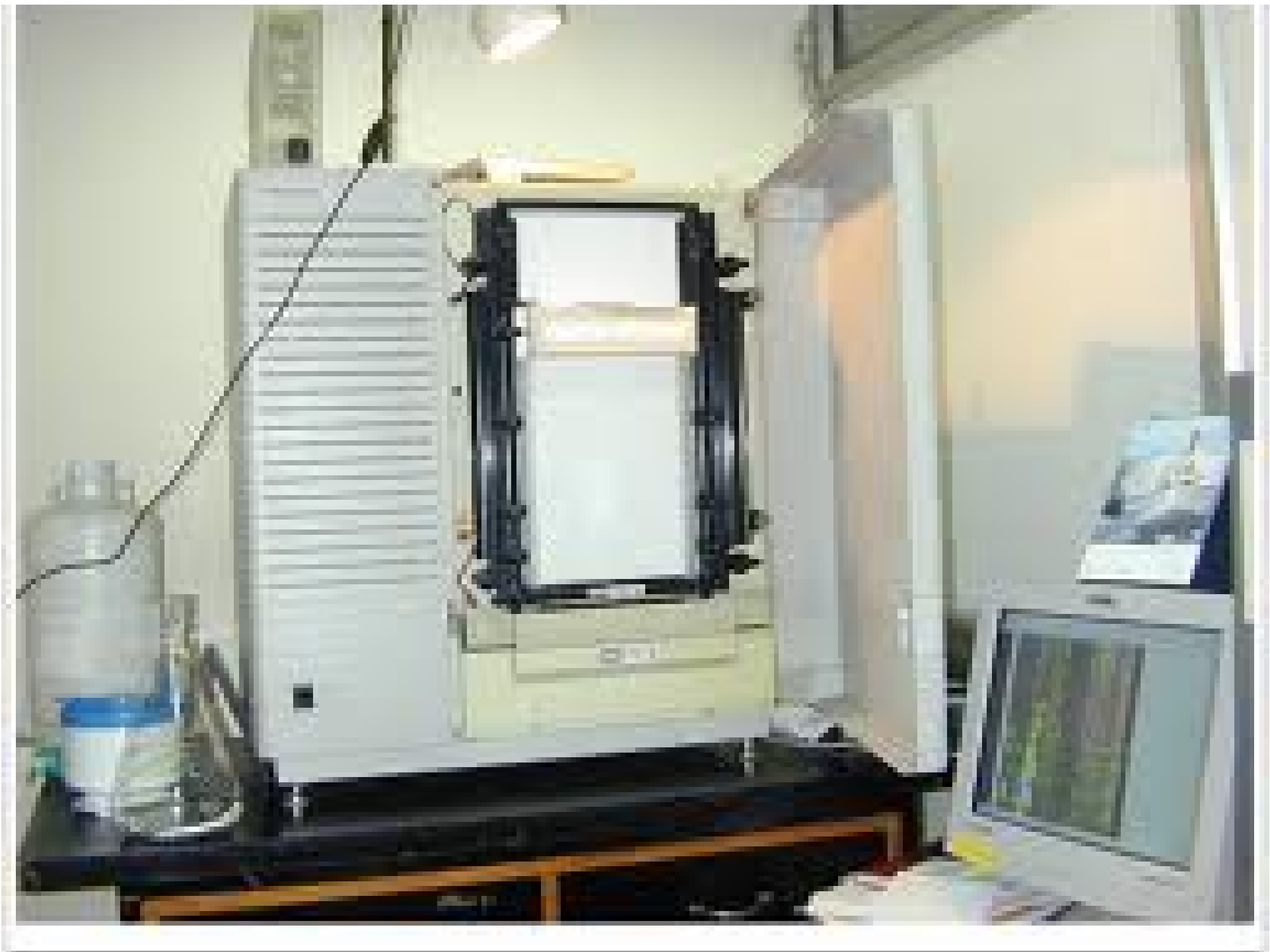


Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije

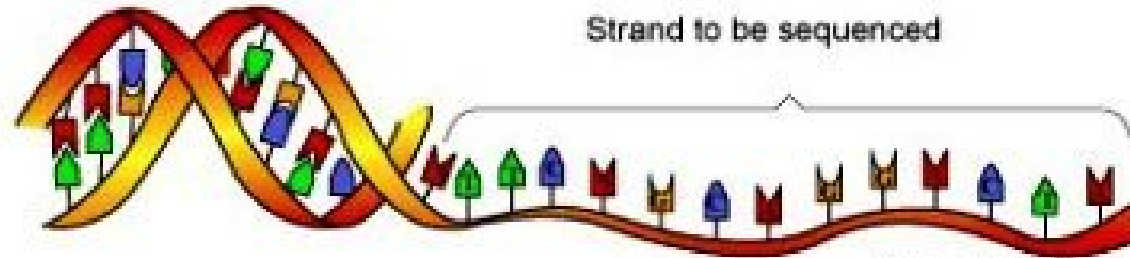


alozimi

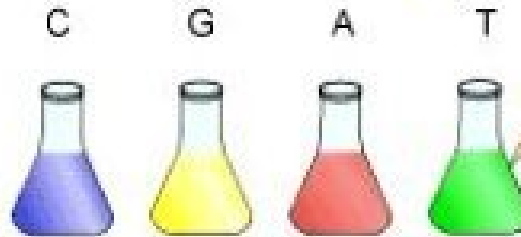




1. Primer for replication



2. Prepare four reaction mixtures; include in each a different replication-stopping nucleotide

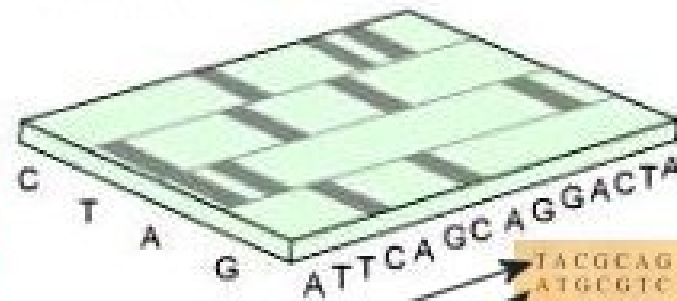
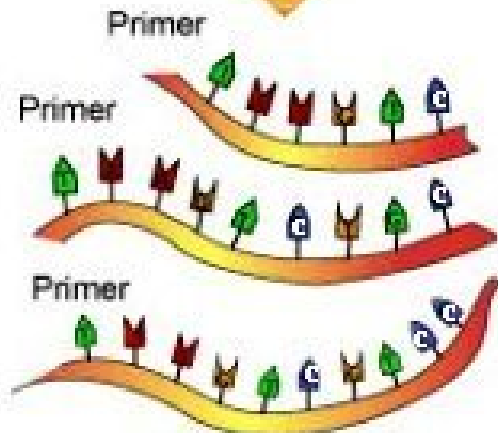


Primed DNA



3. Replication products of "C" reaction

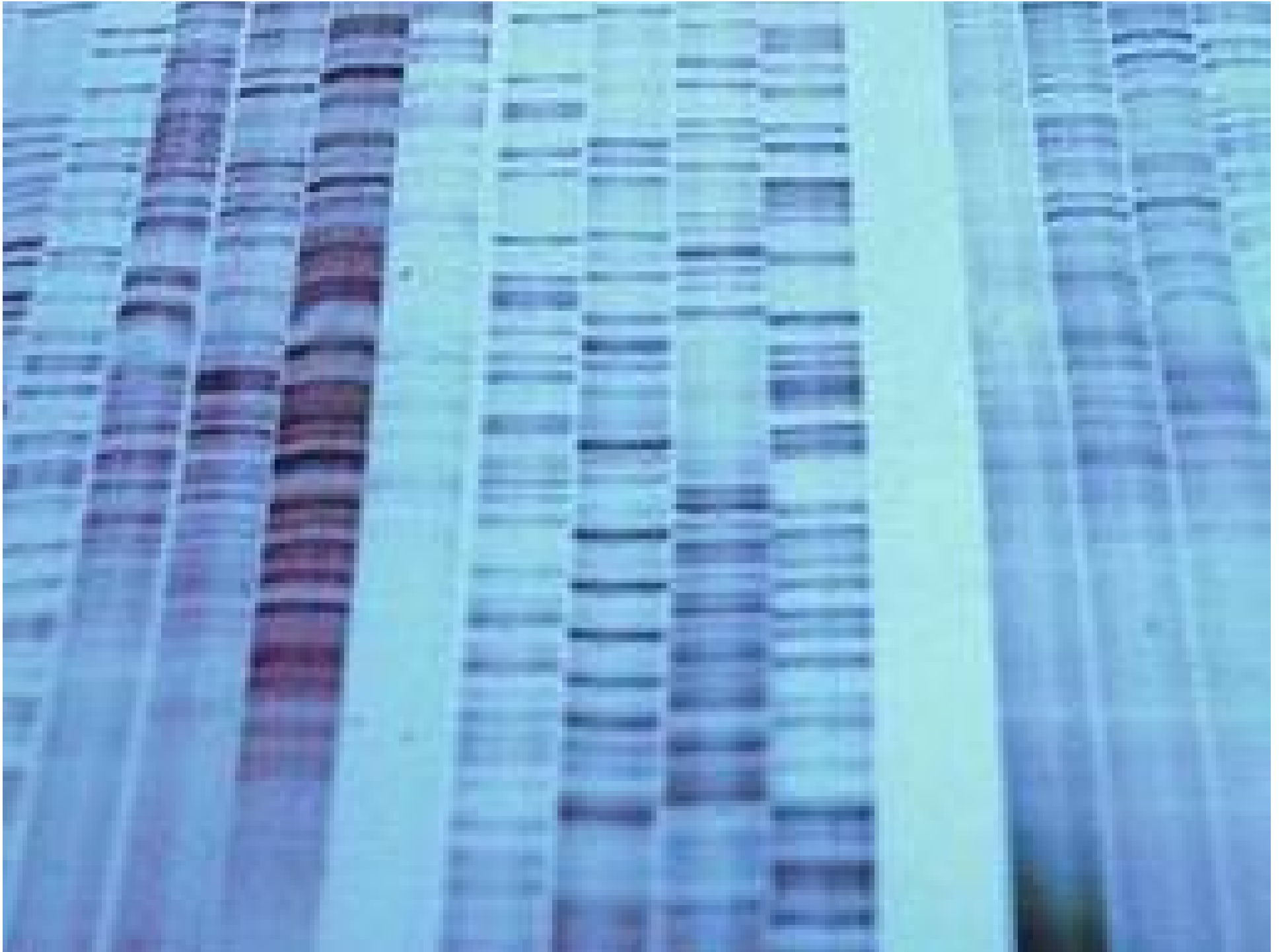
4. Separate products by gel electrophoresis



Sequence of interest

Read sequence as complement of bands containing labeled strands

```
TACG CAGTAC  
ATGC GTCATG  
TGC GTCATG  
GCCT CATG  
CGTC ATG  
GTCATG  
TCATG  
CATG  
ATG  
TG  
G
```





Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije

BIOGEOGRAFIJA

EKOLOGEOGRAFIJA

FILOGEOGRAFIJA

DISPERZIJA

VIKARIJANTNOST



Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije

BIOGEOGRAFIJA

EKOLOGEOGRAFIJA

FILOGEOGRAFIJA

Alenovo pravilo

Bergmanovo pravilo

Glogerovo pravilo

Pravilo veličine legla

DISPERZIJA

VIKARIJANTNOST



Teorija evolucije 2.

Alenovo pravilo



(a)

Lepus arcticus



(b)

L. americanus



(c)

L. californicus



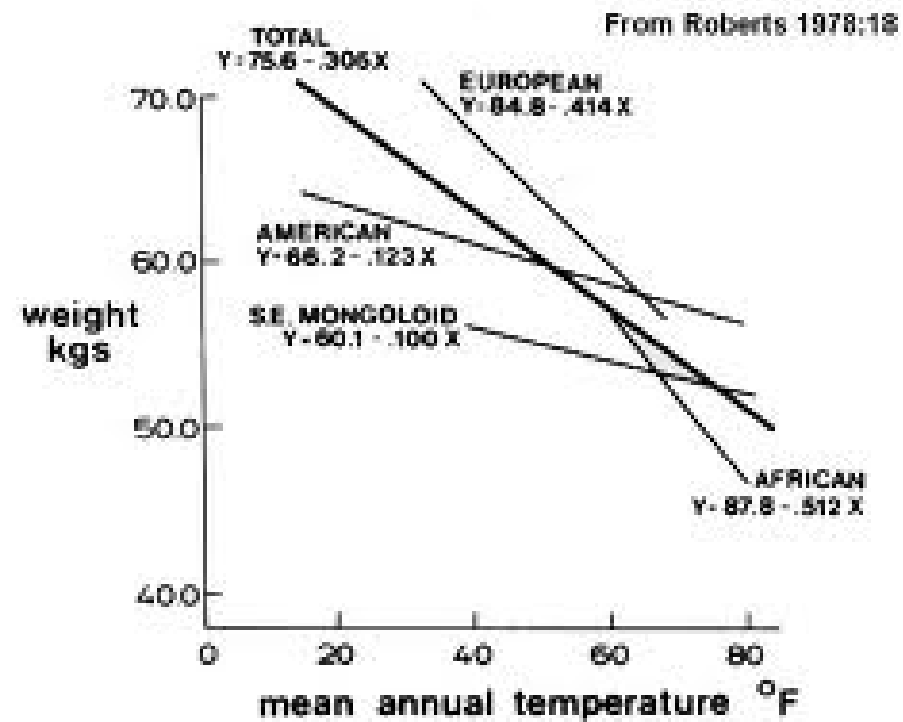
(d)

L. alleni



Teorija evolucije 2.

Bergmanovo pravilo





Teorija evolucije 2.

Glogerovo pravilo





Teorija evolucije 2.

Pravilo veličine legla

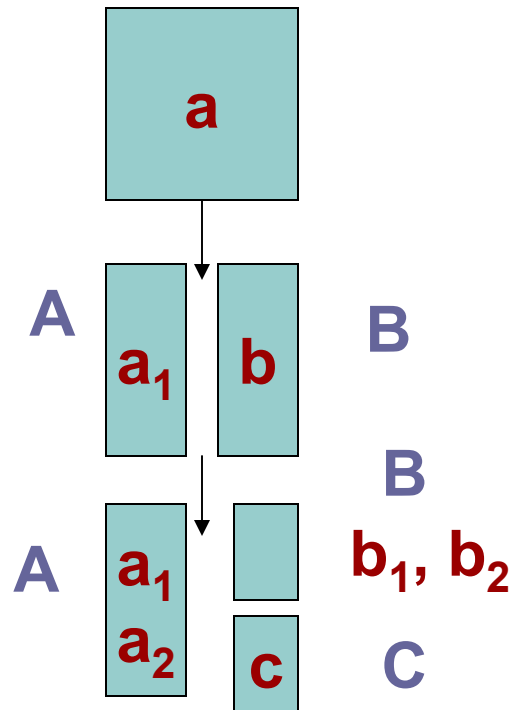




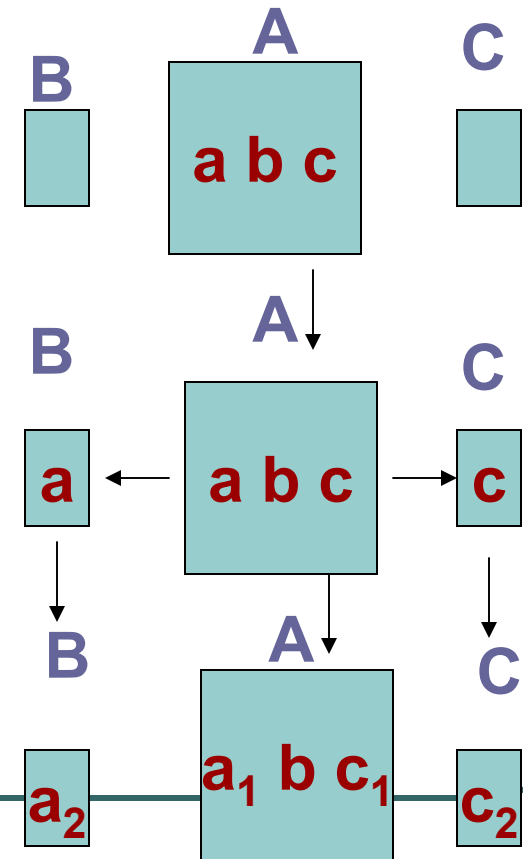
Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije

VIKARIJANTNOST



DISPERZIJA

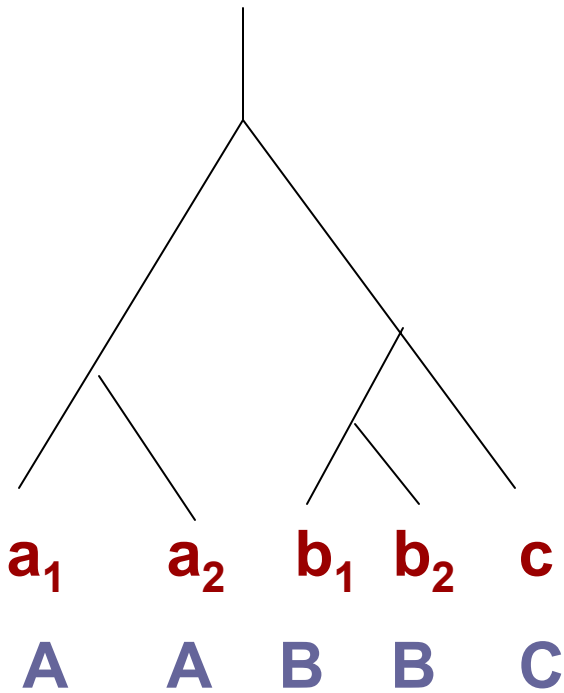




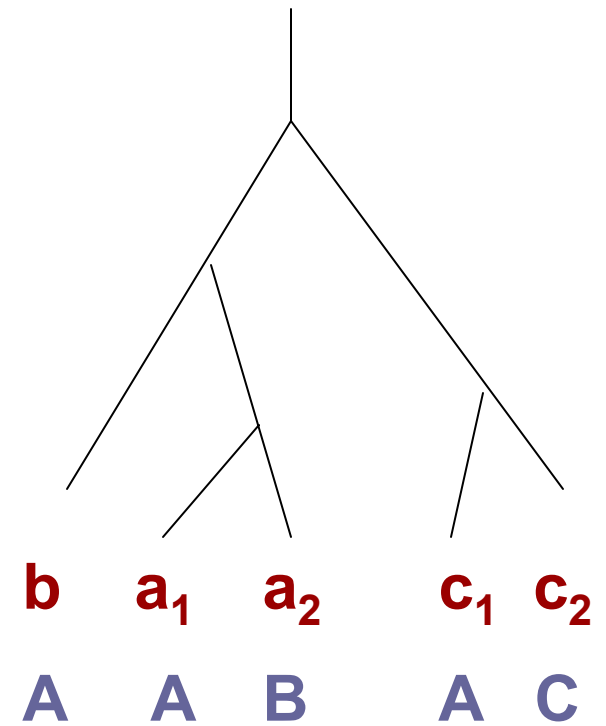
Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije

VIKARIJANTNOST



DISPERZIJA



TAKSON

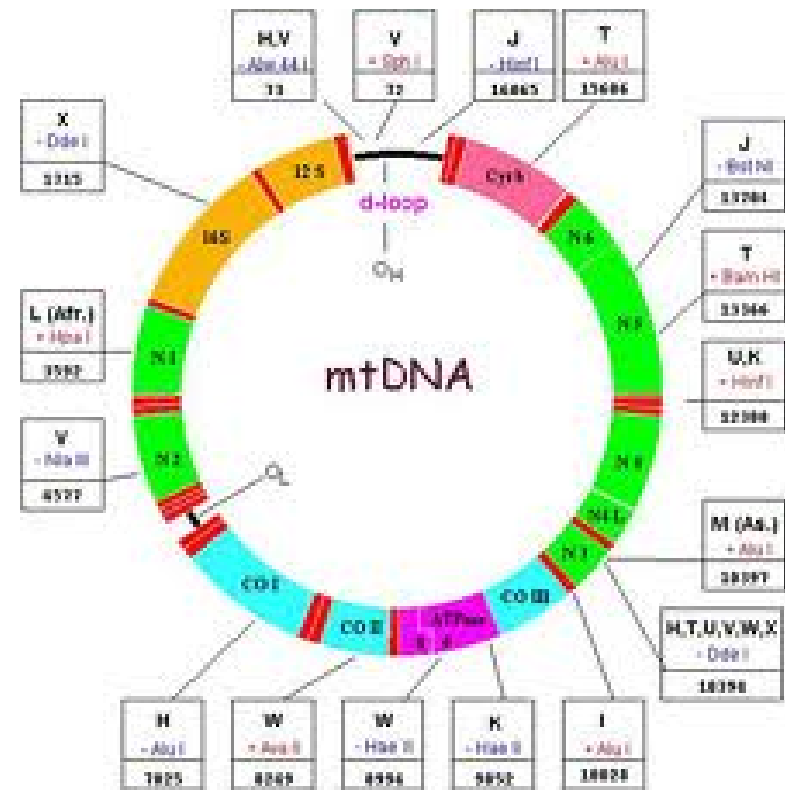
AREAL



Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije

Restriktione endonukleaze



RFLP



Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije

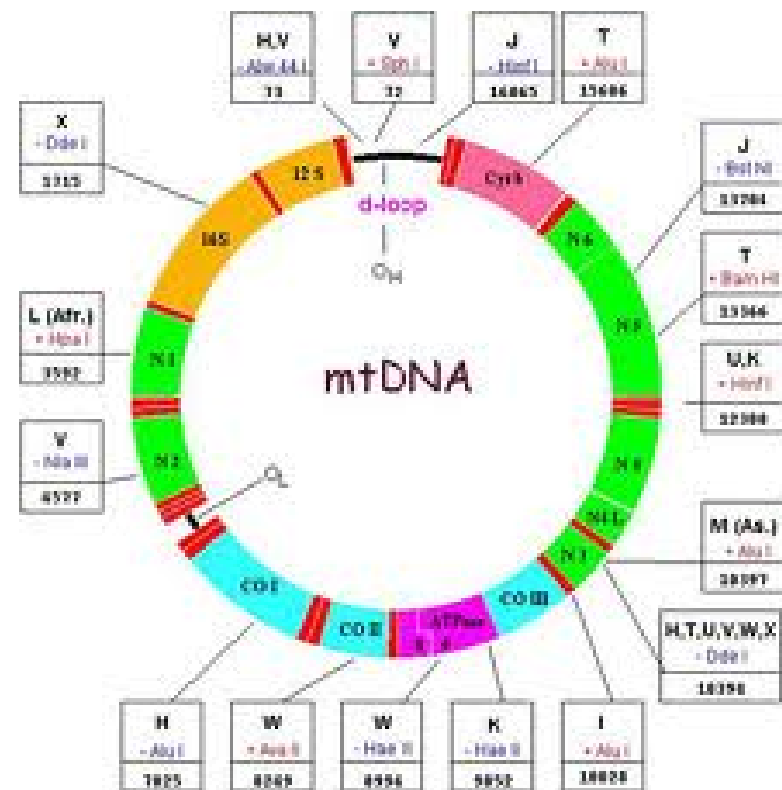
37 funkcionalno prepoznatljivih gena:

22 tRNK,

2 rRNK,

13 iRNK

- transport elektrona
- oksidativna fosforilacija





Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije



Molekularni sat

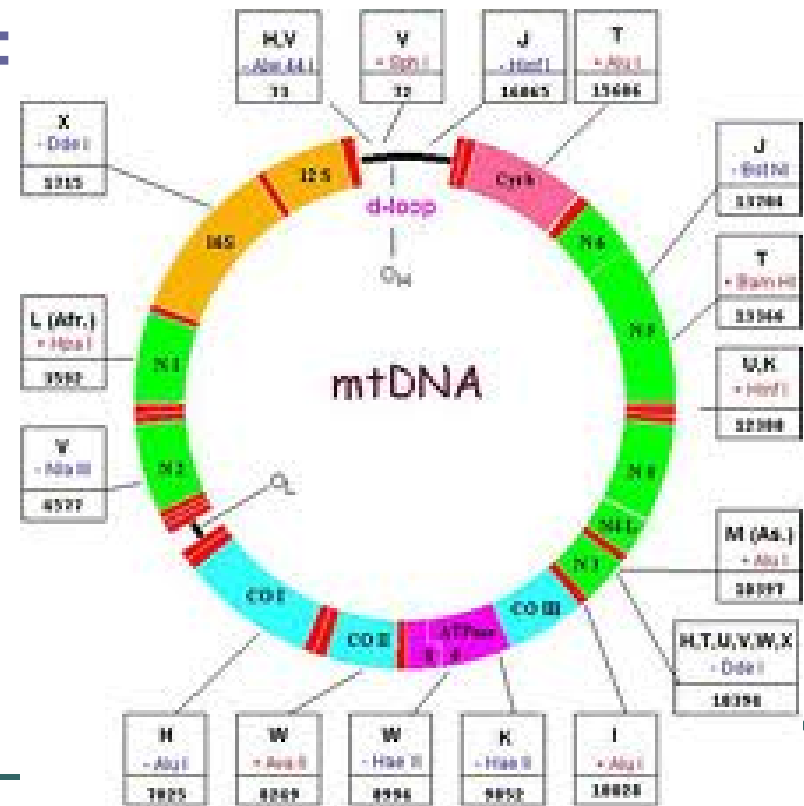


Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije

Brza evolucija animalne mt DNK:

- a) slabljenje funkcionalnih ograničenja;
- a) visoka stopa mutacije;
- c) mt DNK je ogoljena





Teorija evolucije 2.

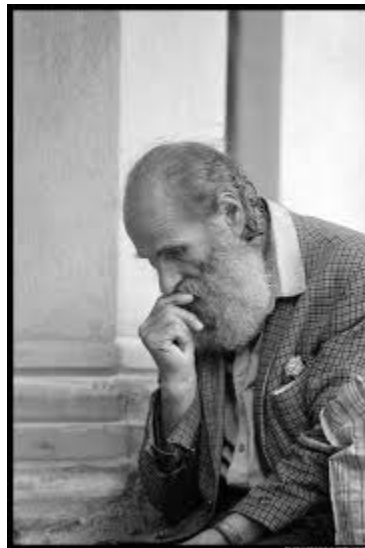
Nastanak i koncept filogeografije





Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije





Teorija evolucije 2.

Nastanak i koncept filogeografije

**Jedinke - Operacione Taksonomske Jedinice
(eng. „Operational Taxonomic Units” – OTU)
u populaciono genetičkoj analizi.**







Teorija evolucije 2.

Teorija slivanja (eng. “coalescent theory”)

Pod teorijom slivanja (eng. „coalescent theory”) podrazumevamo formalne matematičke i statističke analize genealogija gena unutar i između srodnih vrsta koje povezuju populacionu demografiju i filogeografske obrasce

unutar populacija,

između populacija unutar iste vrste i

između populacija koje pripadaju srodnim vrstama.

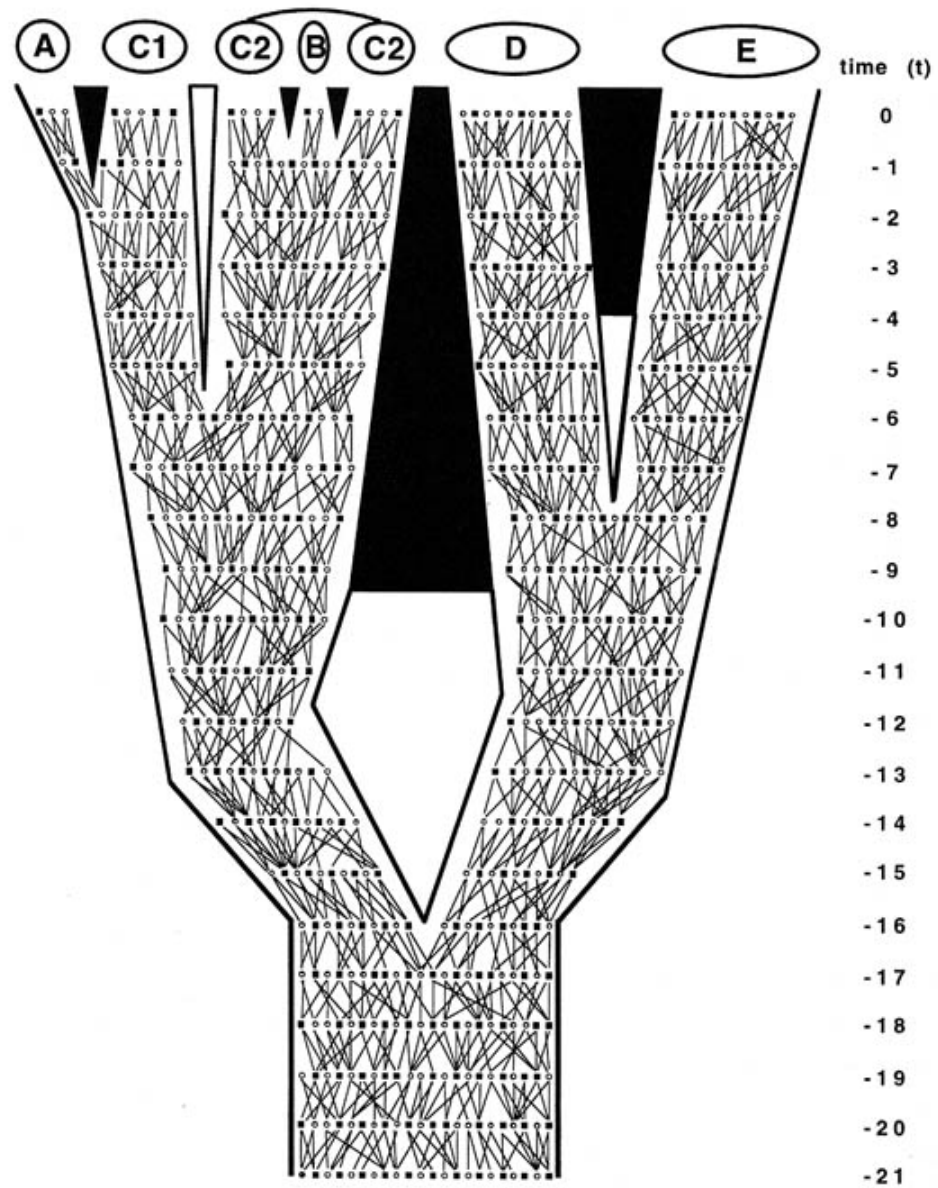
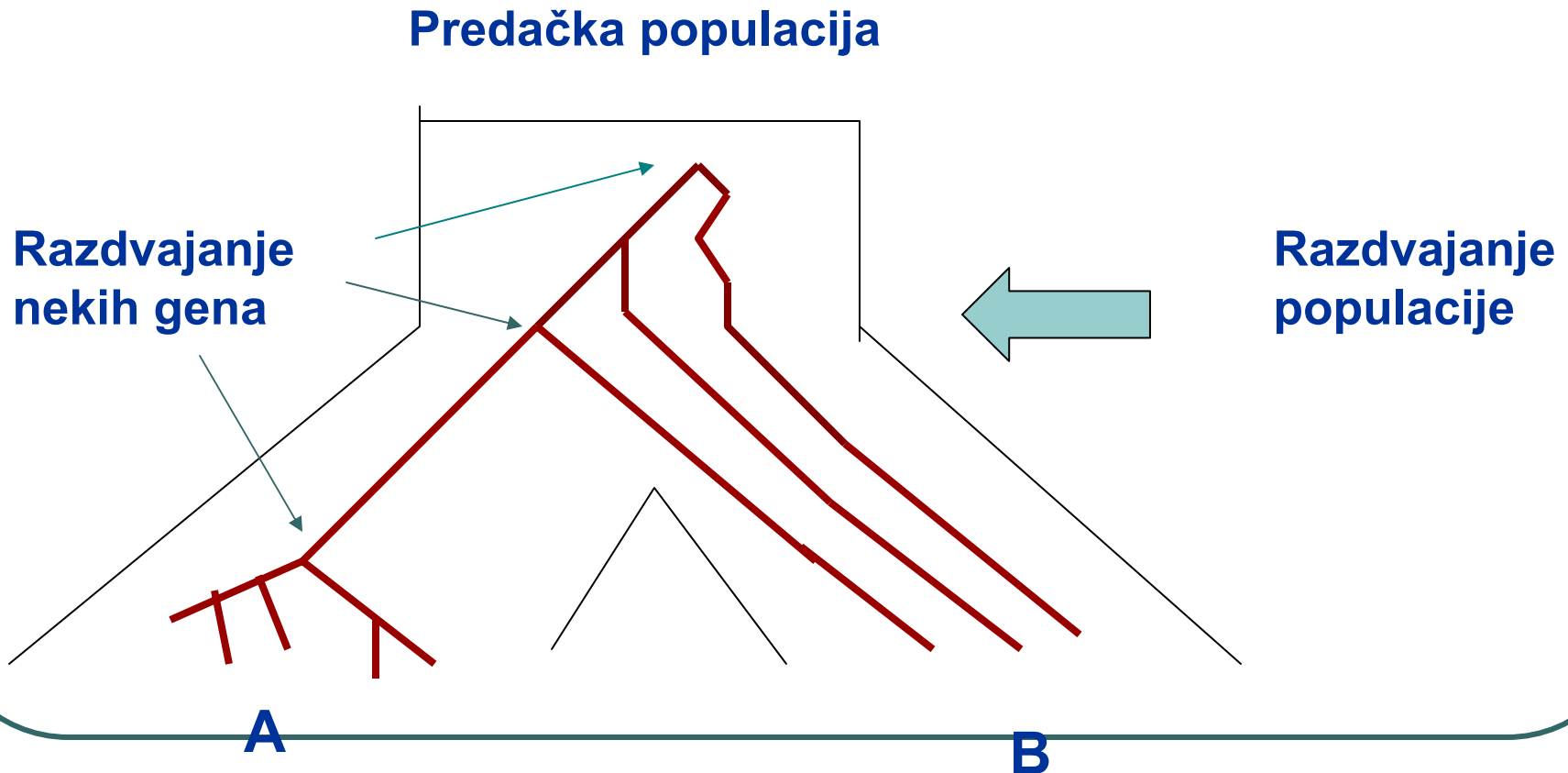


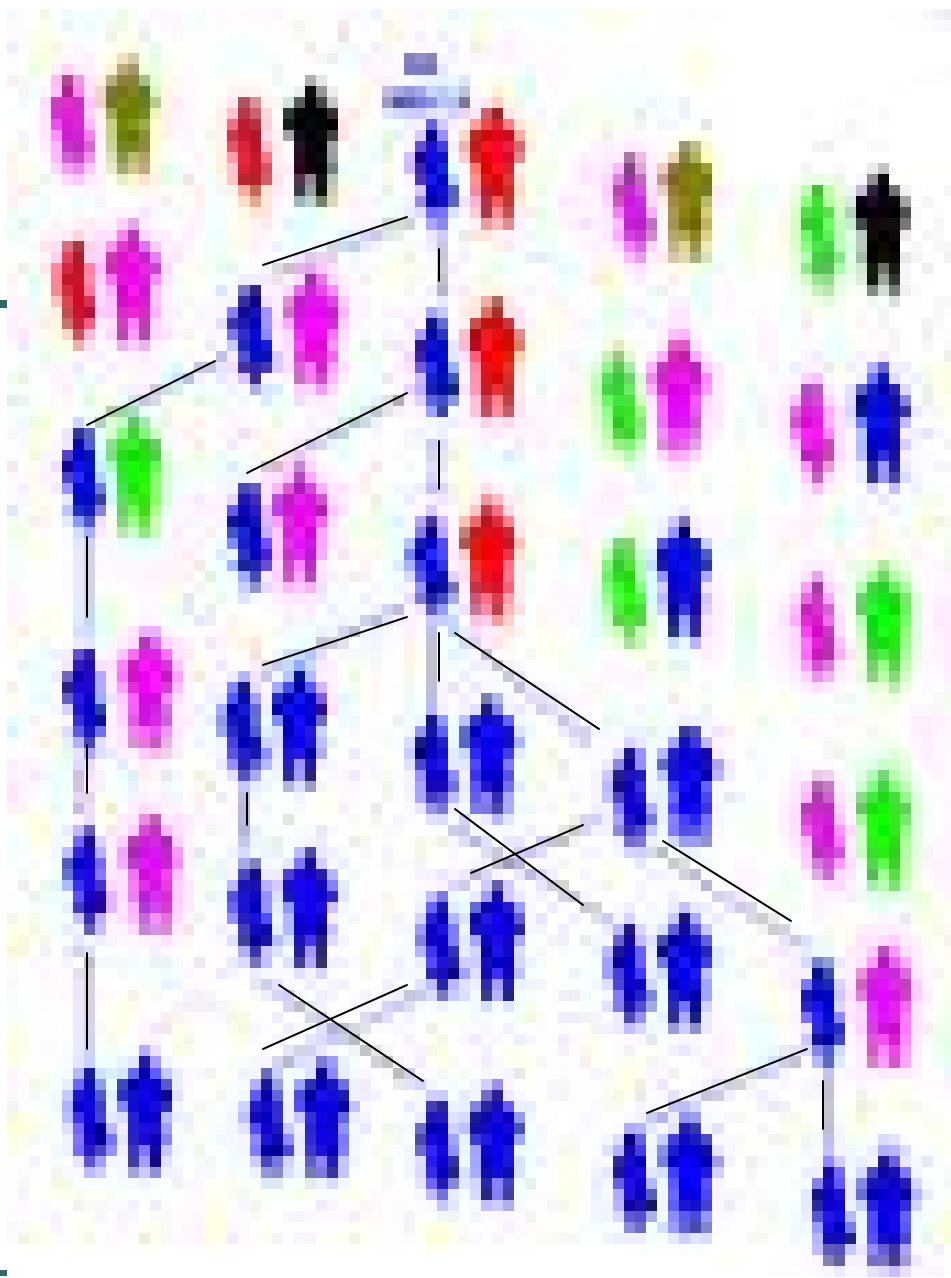
FIGURE 6.6 Same phylogeny as in Fig. 6.3 but here depicting the complete organismal pedigree through 21 discrete generations leading to the present (after Avise and Wollenberg, 1997). The two lines tracing from each male (filled square) or female (open circle) in any generation identify parents of that individual. They also describe the geographic dispersal of offspring (assumed to be limited by distance) and the mating events.



Teorija evolucije 2.

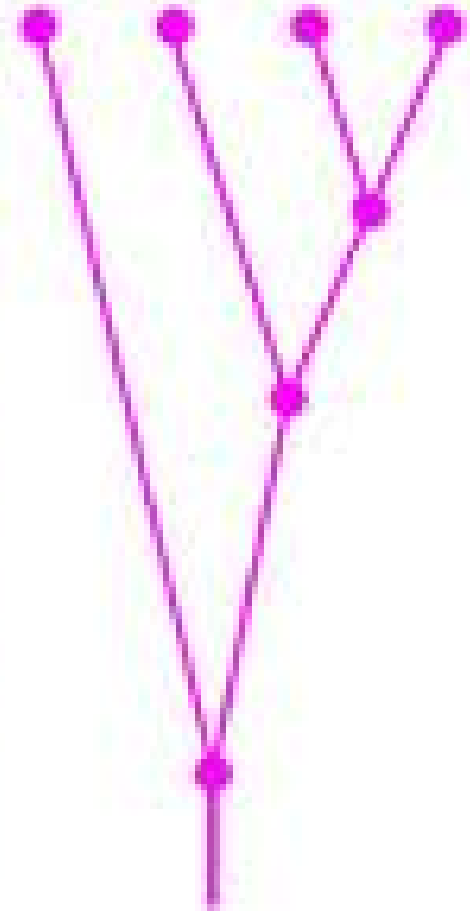
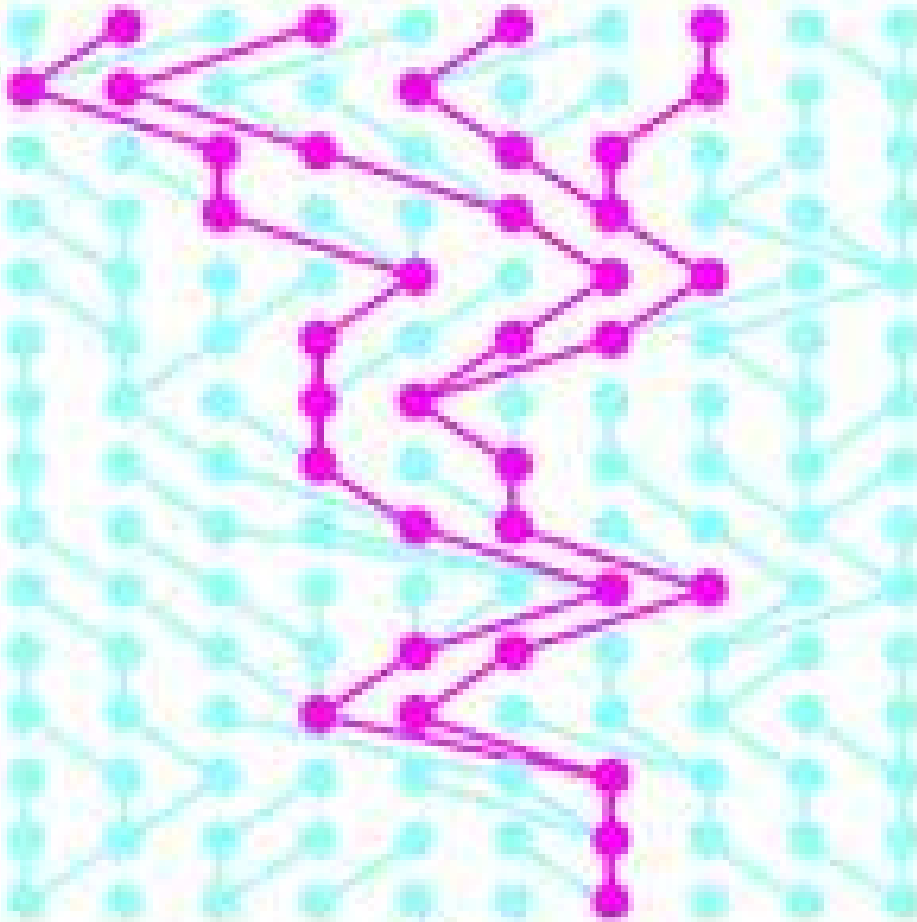
Teorija slivanja (eng. "coalescent theory")



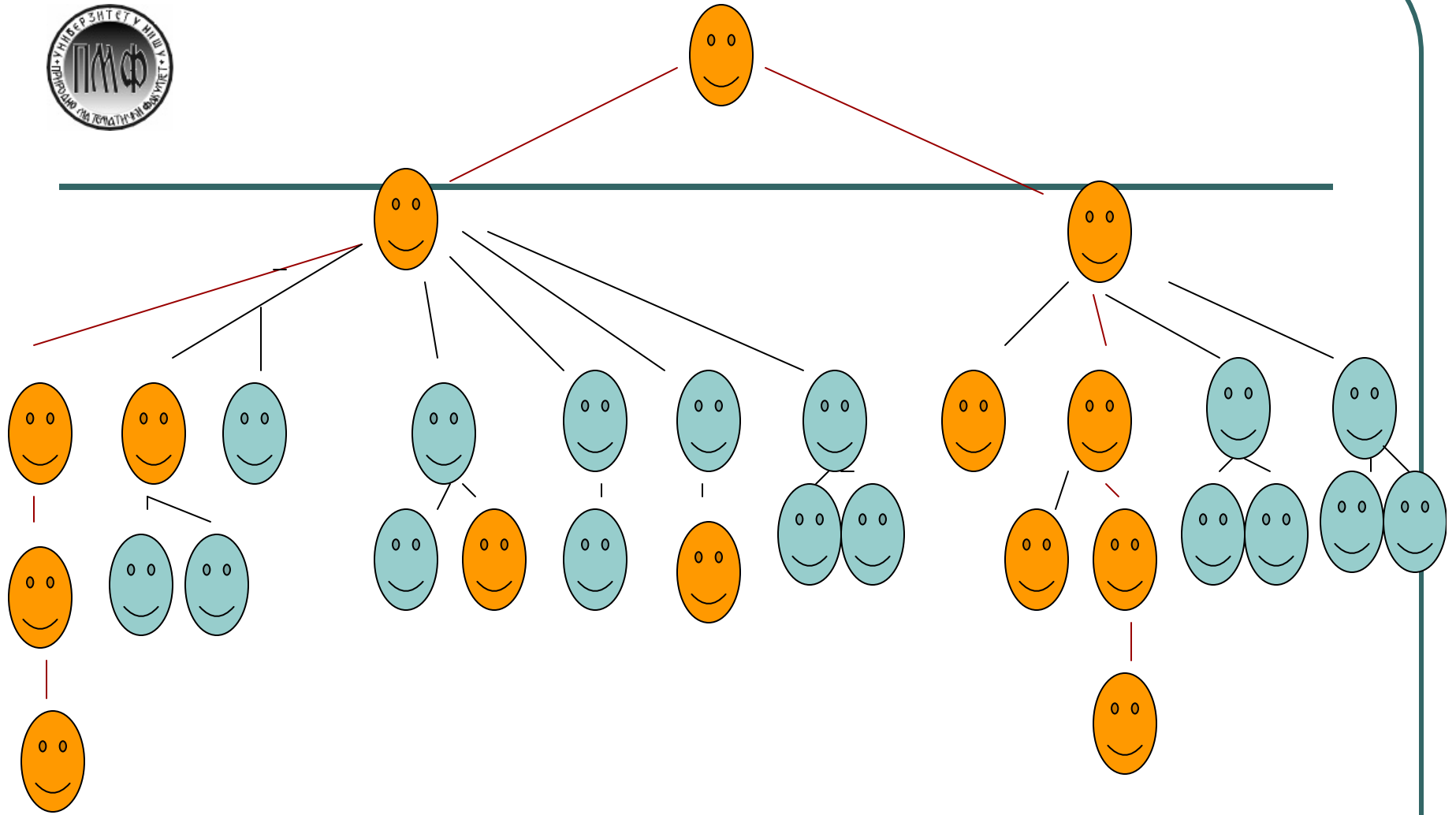




Present



Past



?!



Teorija evolucije 2.

Teorija slivanja (eng. “coalescent theory”)

Opstanak i izumiranje različnih matrilinearnih linija
- nezavisni događaji -

Sredinski faktori simultano

intenziviraju

grananje matrilinearnih
linija

usporavaju

**Faktori zavisni
od gustine populacije**

menjaju veličine porodica



dinamika procesa grananja i slivanja genskih linija.



Teorija evolucije 2.

Teorija slivanja (eng. “coalescent theory”)

Jedan od načina sagledavanja opšte demografske istorije populacije na osnovu podataka o genskom stablu su

dve različite mere variranja haplotipa:

Diverzitet haplotipova $h = 1 - \sum f_i^2$

f_i - učestalost i-tog haplotipa - informacija o broju i učestalostima različitih alela jednog lokusa, bez obzira na odnose njihovih sekvenci.

Diverzitet nukleotida ($p = \sum f_i f_j p_{ij}$)

p_{ij} - divergencija sekvence između i-tog i j-tog haplotipa - divergencija sekvence između jedinki u populaciji, ponderisana u odnosu na veličinu populacije, bez obzira na broj haplotipova



Teorija evolucije 2.

Teorija slivanja (eng. “coalescent theory”)

odraz skorašnjeg
produženog ili snažnog
demografskog uskog grla



h

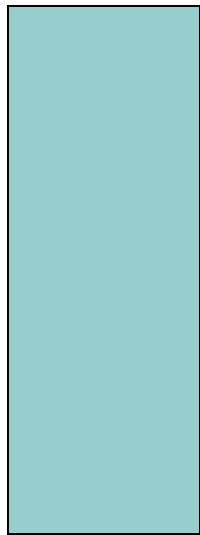


p

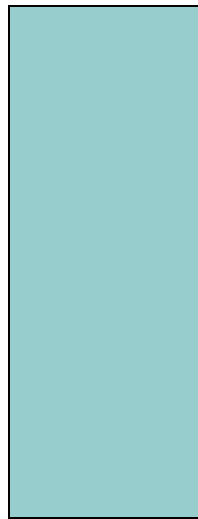


Teorija evolucije 2.

Teorija slivanja (eng. “coalescent theory”)



h



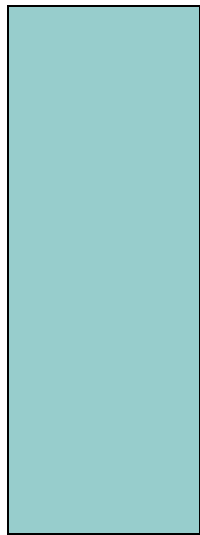
p

stabilna populacija sa
velikom efektivnom
veličinom populacije duži
niz generacija,
ili
populacija restaurirana
sekundarnim kontaktom



Teorija evolucije 2.

Teorija slivanja (eng. "coalescent theory")



h



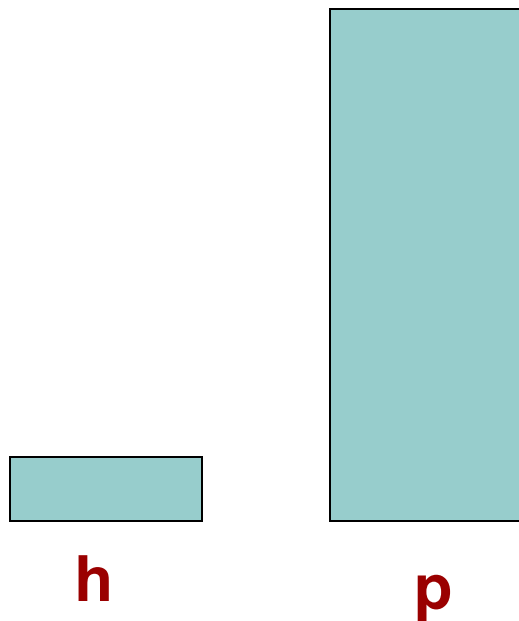
p

brz rast populacije i
pređačka populacija
male efektivne veličine,
gde je proteklo dovoljno
vremena da h poraste,
ali ne dovoljno i
za obnavljanje p .



Teorija evolucije 2.

Teorija slivanja (eng. “coalescent theory”)



Velika predačka populacija
koja je pretrpela kratak efekat
uskog grla,
gde su mnogi haplotipovi
izumrli
ali
diverzitet
nukleotidnih sekvenci
nije značajnije narušen.



Teorija evolucije 2.

Filogenetske kategorije odnosa

Genealogija majčinskih linija

monofilija

parafilija

polifilija



Teorija evolucije 2.

monofilija

sve preživjele majčinske linije
unutar svake populacije kćerki
genealoški su srodnije
jedna drugoj
nego bilo kojoj drugoj
majčinskoj liniji u drugoj populaciji



Teorija evolucije 2.

parafilija

sve majčinske linije jedne populacije formiraju monofiletsku grupu ugnježđenu unutar majčinskih linija u drugoj potomačkoj populaciji



Teorija evolucije 2.

neke, ali ne sve, majčinske linije jedne grupe ugnježđuju se sa nekim, ali ne svim, majčinskim linijama druge grupe, i formiraju jednu kladu

polifilija



Teorija evolucije 2.

Filogenetski status kćerki populacija
predstavlja funkciju

načina njihovog nastajanja,

vremena proteklog od razdvajanja

i

veliĉine populacije.



Teorija evolucije 2.

Pod pretpostavkom da su geni **selektivno neutralni**,
vreme provedeno
nakon događaja razdvajanja
u ovim tranzitnim stanjima
jeste funkcija prevashodno
efektivne veličine populacije kćerki populacija.



Teorija evolucije 2.

Verovatnoća **genealoške polifilije** je velika
kada je

$$G < N F(e) ,$$

odnosno kada je broj generacija
nakon događaja razdvajanja
manji od efektivne veličine populacije kćerki.



Teorija evolucije 2.

Recipročna monofilija kćerki populacija

je izvesna kada je

$$G > 4N F(e) .$$



Teorija evolucije 2.

Nejgelov pristup

Nejgelov pristup razmatra neravnotežan raspored genskih linija u okviru scenarija „izolacija putem distance”.

Po ovome, **stare genske linije** trebalo bi da budu **rasprostranjenije** od mladih ako je disperzija ograničena.



Teorija evolucije 2.

Nejgelov pristup



Procenjena standardna disperzivna udeljenost od 200 m po generaciji za linije svih starosti.

Primena metode CMR pokazala je da se jedinke uobičajeno pomeraju oko 250 m između mesta rođenja i reproduktivnih centara

Peromyscus maniculatus



Teorija evolucije 2.

Templetonov pristup

Dva tipa distanci:

1) distanca između klada – D_c -

srednja prostorna udaljenost članova klade od geografskog centra te klade;

2) ugnježđena distanca između klada – D_n –

srednja prostorna udaljenost članova ugnježđene klade od geografskog centra te klade.



Teorija evolucije 2.

Templetonov pristup

Jedna od prednosti statističkog dizajna ovog pristupa je što polazi od nulte hipoteze **nepostojanja asocijacije između geografije i pretpostavljene strukture genskog stabla.**

Ako je u konkretnom slučaju nulta hipoteza oborena, analiziraju se **potencijalni biološki uzroci postojanja asocijacija između geografije i filogenije.**



Teorija evolucije 2.

Kategorije filogeografskih hipoteza

Krajem osamdesetih godina XX veka, dostupni molekularni filogeografski obrasci ukazivali su da su i **istorijsko-biogeografski faktori** i **savremene ekološke i karakteristike ponašanja** organizama imale važne uloge u oblikovanju **genetičkih arhitektura savremenih vrsta.**



Teorija evolucije 2.

Filogeografske kategorije

1) Razgranato gensko stablo, glavne linije alopatrične

Prostorno ograničene haplogrupe
razdvojene relativno **velikim**
mutacionim distancama.

Moguća je i prostorna substrukturiranost
među blisko srodnim genskim linijama
unutar regiona





Teorija evolucije 2.

Filogeografske kategorije

2) Razgranato gensko stablo, glavne linije simpatrične

Izraženi su filogenetski rascepi između određenih grana u genskom stablu, ali su glavne genske linije rasprostranjene na širem prostoru. Teoretski, ovaj obrazac se može pojaviti kod vrste sa **velikom evolucionom efektivnom veličinom populacije** i **visokom stopom protoka gena**.



Teorija evolucije 2.

Filogeografske kategorije

2) Razgranato gensko stablo, glavne linije simpatrične





Teorija evolucije 2.

Filogeografske kategorije

3) Nerazgranato gensko stablo, linije alopatrične

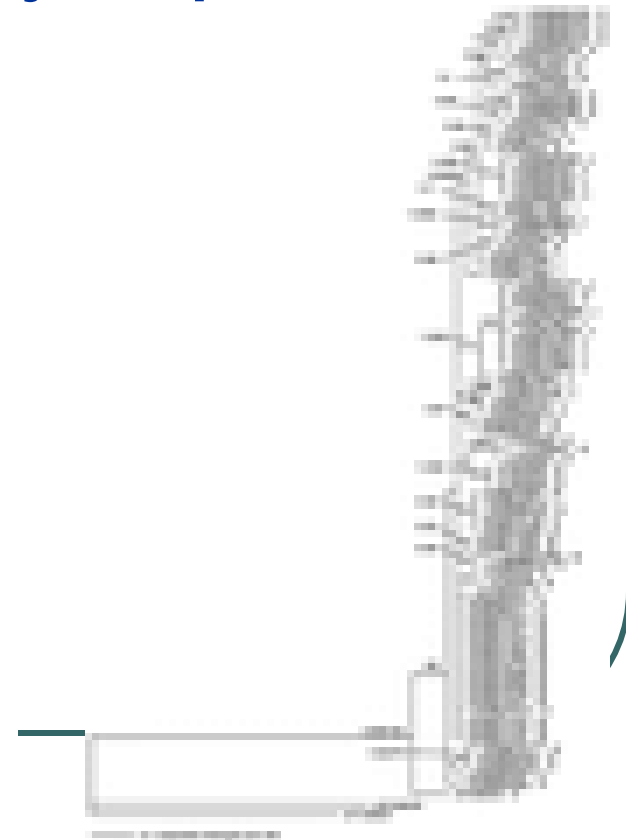
Skoro svi ili svi **haplotipovi su blisko srodni**, ali su geografski razdvojeni.

Pretpostavlja se da je **savremeni protok gena niskog intenziteta u odnosu na veličinu populacije**,

pa se n ije desilo sortiranje linija niti je genetički drift ili diverzifikujuća selekcija

mogao da proizvede

genetičku diferencijaciju između populacija.





Teorija evolucije 2.

Filogeografske kategorije

3) Nerazgranato gensko stablo, linije alopatrične



Photograph by John S. Lawrence, photographed with permission of the U.S. Fish and Wildlife Service



Teorija evolucije 2.

Filogeografske kategorije

4) Nerazgranato gensko stablo, linije simpatrične

Obrazac karakterističan za vrste sa
snažnim protokom gena
i **populacijama male efektivne veličine**
koje **nisu bile razdvojene**
snažnim biogeografskim barijerama.



Teorija evolucije 2.

Filogeografske kategorije

4) Nerazgranato gensko stablo, linije simpatrične





Teorija evolucije 2.

Filogeografske kategorije

5) Nerazgranato gensko stablo, distribucije linija raznovrsne

Zajedničke linije su široko rasprostranjene,
a postoje i blisko srodne linije koje su „unikatne” .

Nizak ili umeren nivo savremenog protoka gena
između populacija koje su bile čvrsto povezane u prošlosti.

Zajednički haplotipovi često su i **pleziomorfni** (predački)
unutar vrste,

dok su **retki haplotipovi** izvedeni (**apomorfni**)
i predstavljaju markere za savremene klade.



Teorija evolucije 2.

Filogeografske kategorije

5) Nerazgranato gensko stablo, distribucije linija raznovrsne

