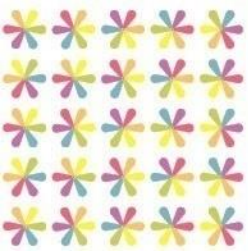


**6. konferenca učiteljev/-ic naravoslovnih predmetov – NAK 2021**

**IZZIVI AVTENTIČNOSTI V NARAVOSLOVNEM IZOBRAŽEVANJU**

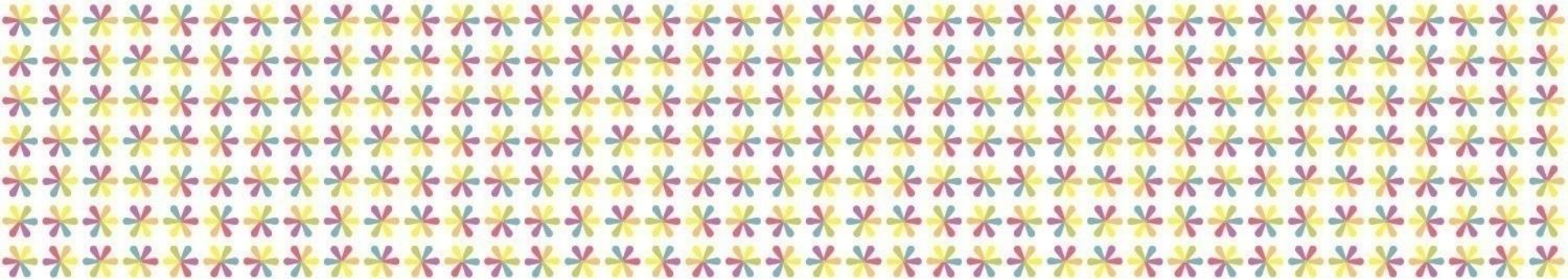


REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA  
EVROPSKI  
SOCIALNI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST

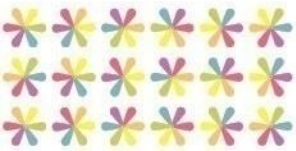
Naložbo sofinancirata Republika Slovenija in Evropska unija iz Evropskega socialnega sklada



# Kako povezati vsebine genetike in evolucije po vertikali

Jerneja Ambrožič Avguštin

Oddelek za biologijo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani



6. konferenca učiteljev/-ic naravoslovnih predmetov – NAK 2021

IZZIVI AVTENTIČNOSTI V NARAVOSLOVNEM IZOBRAŽEVANJU

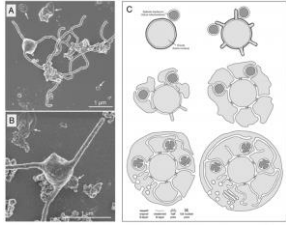
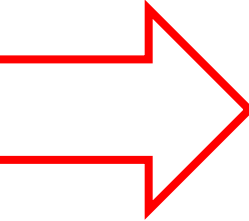


REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,  
ZNANOST IN ŠPORT

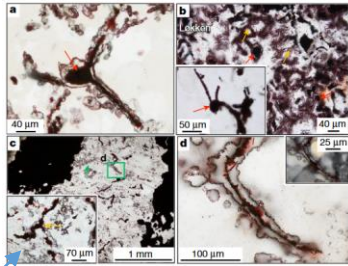




# EVOLUCIJA



hematitni elementi

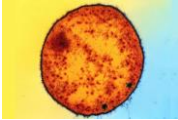
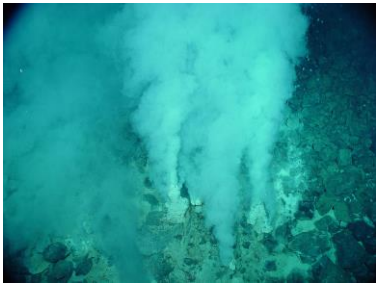


## POT RAZVOJA

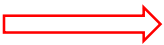


- nastanek novih vrst
- razvoj ter širitev vrst

sprememba lastnosti populacij organizmov skozi generacije



# Evolucijski dejavniki

- Mutacije: naključne  novi geni (aleli)
- Rekombinacija: nove kombinacije genov

*Mutacije in rekombinacije so podlaga genetski diverzitete populacij*

- Selekcija: (usmerjen) izbor – filtriranje – lastnosti organizmov, glede prilagoditev (trenutnemu) okolju
- Genetski zdrs (gendrift): naključna sprememba frekvence različic v genskem skladu populacije
- Izolacija: delitev populacije v subpopulacije. To lahko vodi v razvoj novih vrst.



# “Predpogoji” za evolucijo:

## ➤ Raznolikost

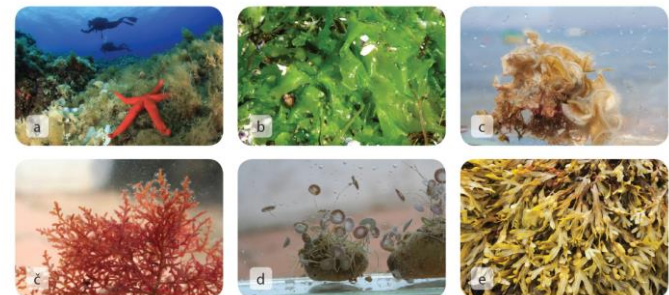
Predznanje: naravoslovje 7. razred OŠ

- raznolikost
- življenje
- prilagoditve

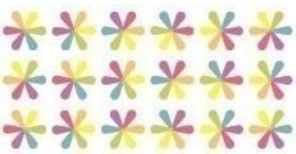
organizmov v različnih ekosistemih



Slika 3.105: a) Bober, b) nutrija (invazivna tujerodna vrsta), c) vidra, č) raci mlakarici – samec in samica, d) siva čaplja, e) vodomec, f) belouška, g) kobranka, h) močvirska sklednica, i) planinski pupek, j) zelena rega in k) zelena žaba



Slika 3.118: a) Pestro življenje v pravem obalnem pasu, b) morska solata, c) padina, č) rdeča alga, d) morski dežniček



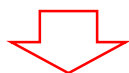


# “Predpogoji” za evolucijo:

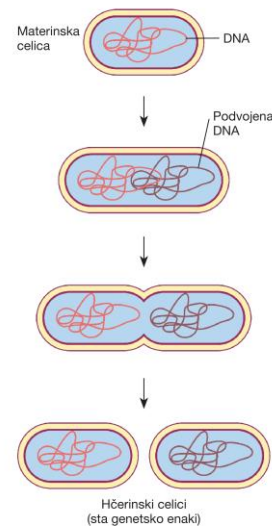
- Razmnoževanje, raznolikost, dedovanje:  
uvod – razmnoževanje - v 8. razredu OŠ

Spolno razmnoževanje evkariontov: potomci niso enaki staršem  $\implies$  raznolikost v populaciji

Prokarionti (bakterije): nespolno razmnoževanje



ker učimo, da so pri nespolnem razmnoževanju potomci enaki staršem,  
ostane to vprašanje odprto,  
oziroma je logičen odgovor na tej ravni, da  
med bakterijami iste vrste ni raznolikosti ?!



# 9. razred OŠ ➤ Razmnoževanje, raznolikost, dedovanje:

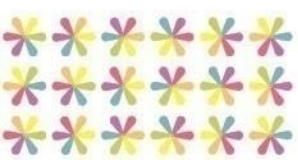
↳ *genetska podlaga raznolikosti*

Raznolikost populacije ➡ organizmi z različnimi lastnostmi (fenotipi)

- geni so odseki DNA, z zapisom za beljakovine, povezane z lastnostmi

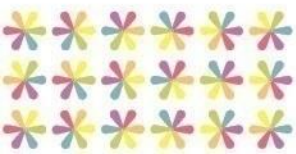


različni geni (različice) ➡ različne lastnosti  
genetska raznolikost populacije ➡ fenotipska raznolikost populacije  
(o kakršni običajno govorimo)



# OŠ 9. razred: morda dodati/spremeniti vrstni red v UN

- mutacije morda raje v sklopu genetskega dela, ne pri evoluciji; tam se jih samo ponovno omeni in umesti
- omeniti prisotnost sistemov, ki popravljajo DNA
- dati malo več teže (ne nujno vsebine) poligenским lastnostim
- morda malo več primerov iz mikrobnege sveta (glede na to, da so naš drugi “Jaz”)
- dodati mRNA, kot povezovalno med zapisom na DNA in ribosomi





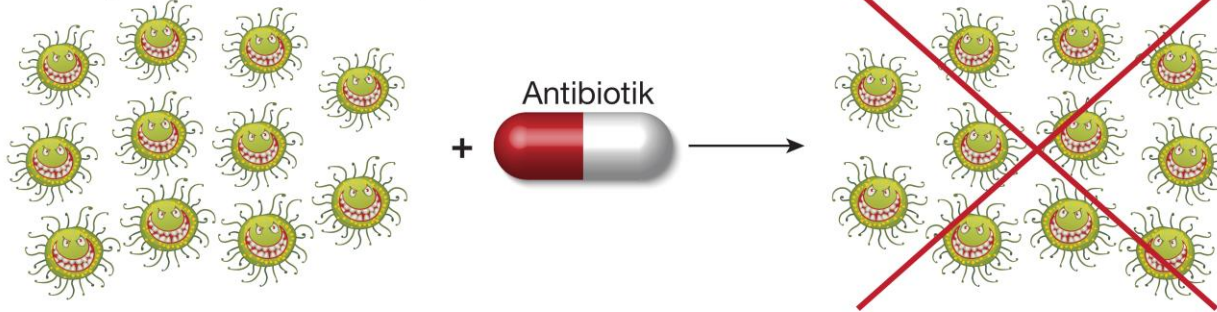
# OŠ: Selekcija na ravni različnih bakterijskih vrst

raznolikost

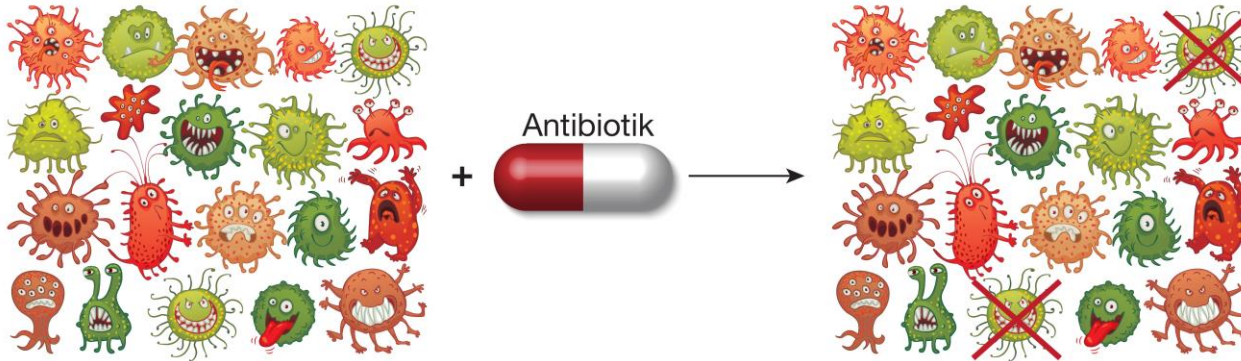
seleksijski pritisk

(umetni/naravni) izbor

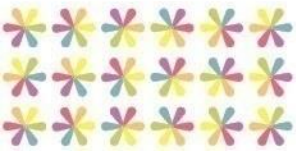
Bakterije z enakim dednim zapisom.




Bakterije z različnim dednim zapisom,  
raznolika bakterijska združba.



**Slika 2.13:** Raznolika bakterijska združba in občutljivost za antibiotik.



# gimnazija

- ponovitev in “ponotranjenje” definicije gena in relacije genotip  fenotip
- ponovitev mejoze in opredelitev faz, ki vodijo v raznolikost
- podrobno spoznavanje mehanizmov mutacije
  
- **manjka?**: - različni genotipi vodijo v en fenotip pri večini poligenских lastnosti
  - popravljalni sistemi
  - drugi rekombinacijski dogodki (transpozicija,..) in opozorilo o možnostih horizontalnega prenosa genov
  - omeniti vpliv mutacije na izražanje genov

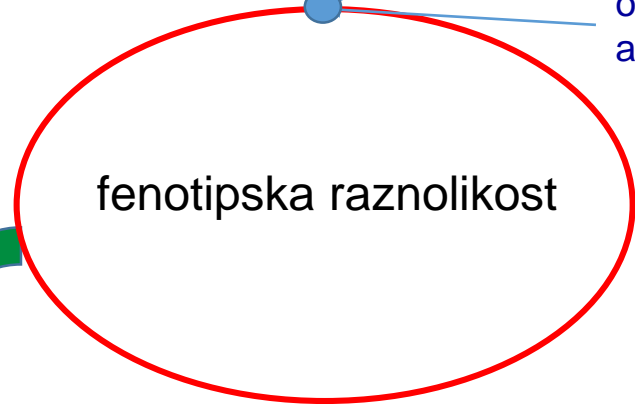


- mutacije
  - v strukturnih genih
  - regulatornih regijah

- rekombinacije
  - mejoza
  - transpozicijski elementi/
  - popravljalni sistemi
  - horizontalni prenosi



monogenske I.  
 ➔  
 poligenske I.



- visok pritisk
- odziv imunskega sistema
- barva dlake
- oblika kljuna
- specifično vedenje
- odpornost proti antibiotikom

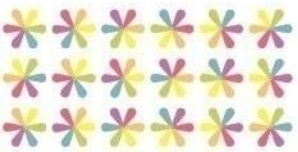
npr. človek-šimpanz  
 (relativno majhne genetske razlike)

NARAVNI IZBOR.....

⇒ izbira primarno med fenotipi, ne med genotipi

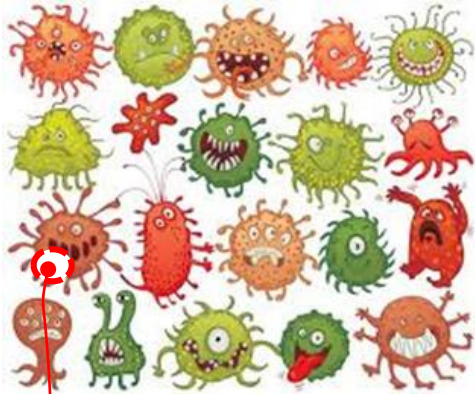
...najbolj prilagojenih osebkov  
 (z največ potomci) v danih razmerah

➤ Predpogoj evolucije: razlika v uspešnosti razmnoževanja v odvisnosti od okolja



*“genetska variabilnost se poveča  
z mutacijami in zmanjša s selekcijo”*

raznolika bakterijska  
združba

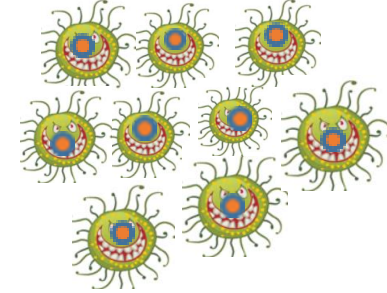


okolje/seleksijski pritisk

Nekaj ur do nekaj dni

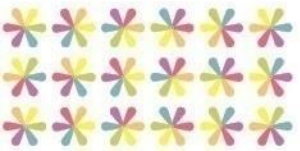
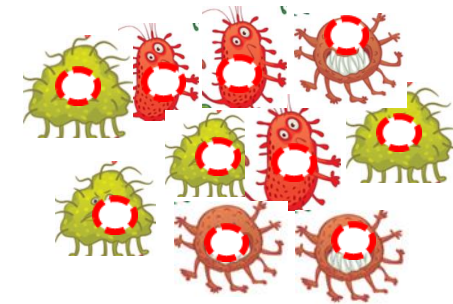
selekcija

**MUTACIJE znotraj vrste**  
in horizontalni prenosi



**HORIZONTALNI PRENOS GENOV (HGT)/  
REKOMBINACIJE**

med vrstami in znotraj vrste





- mutacije v genih za odpornost (npr. proti betalaktamom, tetraciklinom)

# Geni za odpornost: odnos genotip/fenotip

- rekombinacije (horizontalni prenosi genov za odpornost)

genetska raznolikost

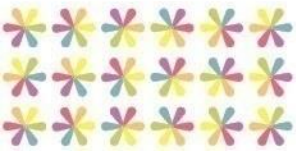


enak fenotip

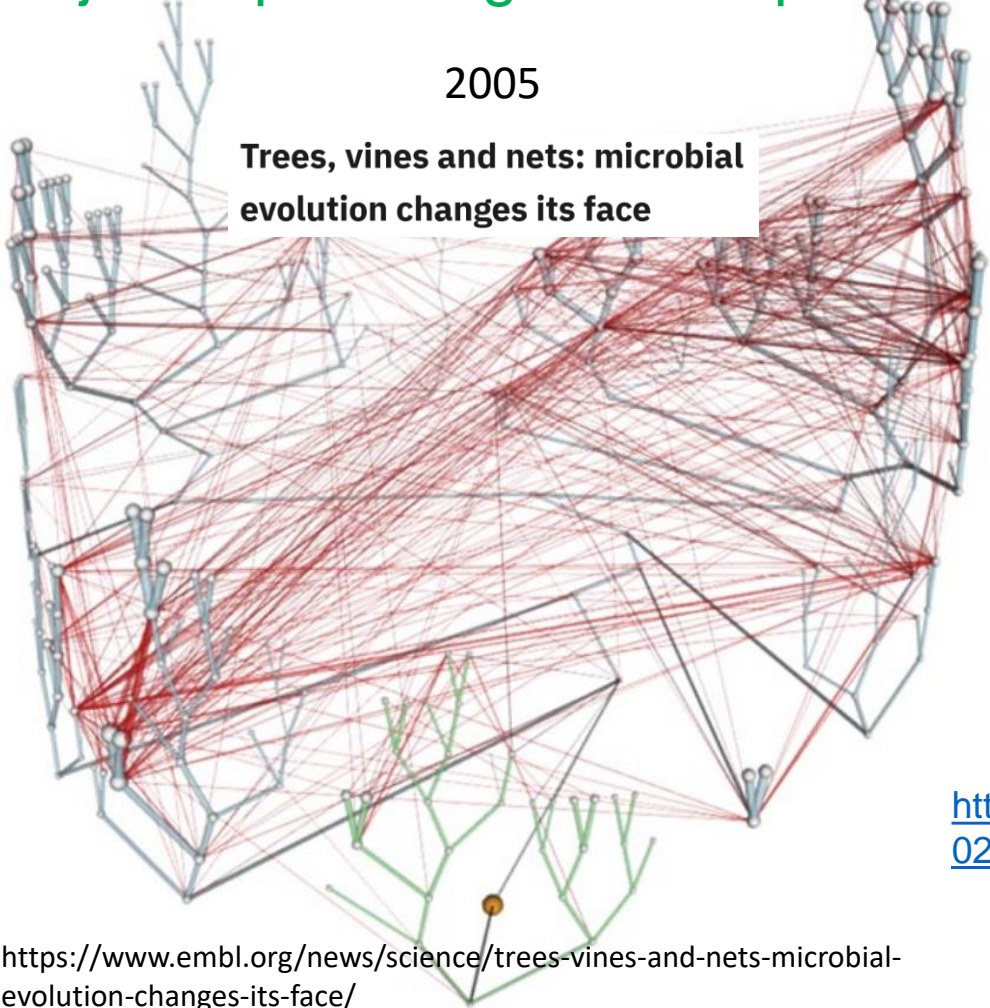
Efflux (33)	Ribosomal Protection (12)	Enzymatic (13)	Unknown <sup>a</sup>
<i>tet(A), tet(B), tet(C), tet(D), tet(E), tet(59)<sup>i</sup></i>	<i>tet(M), tet(O), tet(S), tet(W), tet(32),</i>	<i>tet(X)<sup>c</sup></i>	<i>tet(U)</i>
<i>tet(G), tet(H), tet(J), tet(V), tet(Y)</i>	<i>tet(Q), tet(T), tet(36)</i>	<i>tet(37)<sup>c</sup></i>	
<i>tet(Z), tet(30), tet(31), tet(33), tet(57)<sup>e</sup></i>	<i>otr(A), tetB(P)<sup>b</sup>, tet</i>	<i>tet(34)</i>	
<i>tet(35)<sup>d</sup></i>	<i>tet(44)</i>	<i>tet(47)<sup>j</sup>, tet(48)<sup>j</sup>, tet(49)<sup>j</sup>, tet(50)<sup>j</sup>,</i>	
<i>tet(39), tet(41)</i>		<i>tet(51)<sup>j</sup>, tet(52)<sup>j</sup>, tet(53)<sup>j</sup>, tet(54)<sup>j</sup>,</i>	
<i>tet(K), tet(L), tet(38), tet(45)<sup>e</sup>, tet(58)<sup>h</sup></i>		<i>tet(55)<sup>j</sup>, tet(56)<sup>j</sup></i>	
<i>tetA(P), tet(40)</i>			
<i>otr(B), otr(C)</i>			
<i>ter</i>			
<i>tet(42)</i>			
<i>tet(43)</i>			
<i>tetAB(46)<sup>f</sup></i>			
<i>tetAB(60)<sup>k</sup></i>			

selekcija različnih genotipov, ki vodijo v enak fenotip

➤ Predpogoj evolucije: razlika v uspešnosti razmnoževanja v odvisnosti od okolja



# Kaj nam povedo genomski podatki o evoluciji bakterij in arhej.....



2005  
**Trees, vines and nets: microbial evolution changes its face**

**Priporočam:**

članek iz 2020

Horizontal Gene Transfer:  
 From Evolutionary Flexibility  
 to Disease Progression  
 (v njem je tudi kar nekaj  
 podatkov o HGT med pro- in  
 evkarionti in med evkarionti)

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fcell.2020.00229/full>

<https://www.embl.org/news/science/trees-vines-and-nets-microbial-evolution-changes-its-face/>

*A bird's-eye view of the tree of life, showing the vines in red and the tree's branches in grey (Bacteria) and green (Archaea). The last universal common ancestor is shown as a yellow sphere. A bird's-eye view of the tree of life, showing the vines in red and the tree's branches in grey (Bacteria) and green (Archaea). The last universal common ancestor is shown as a yellow sphere.*



6. konferenca učiteljev/-ic naravoslovnih predmetov – NAK 2021  
 IZZIVI AVTENTIČNOSTI V NARAVOSLOVNEM IZOBRAŽEVANJU



# Predpogoji za evolucijo

Ponavljanje procesov/dejavnikov v času:

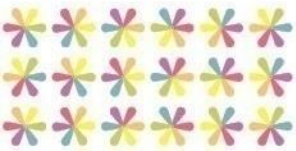
- ❖ razmnoževanja in dedovanja
- ❖ genetske variabilnosti
- ❖ uspešnosti razmnoževanja v odvisnosti od okolja



razvoj “po majhnih korakih”



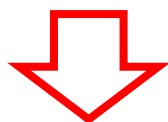
mного majhnih korakov “naenkrat” ali v zelo kratkem času v primeru večjih genetskih sprememb genomov



Kdor dela greši.....

V vsaki metabolno aktivni celici se zgodijo številne spontane mutacije  
(tudi brez zunanjih vplivov)

Mutacije so dejavnik evolucije



Evolucija je torej posledica življenja

