

## I. Paveldimumas ir kintamumas.

42 užduotis. GENETIKA.  
Genetinis kodas. Genų raiška.

### Klausimai:

1. Pradėdami nuo iniciacijos kodono, iššifruokite kokios amino rūgštys bus sintetinos, kol žemiau nurodytos DNR grandinės transliacija nenutrūks. Parašykite atvirą nuskaitymo rėmelį ir baltymo amino rūgščių seką.  
CCAUGUCCAAUCGGUCAGUCCGUCAUUGCUACGCGAUUAUAGCCUAACCUACGAU  
CUAGACUAAA
2. Kartais įprasta galvoti, kad genai tai tik statiniai vienetai (kaip akių spalva). Tačiau, ne visi genai žmogaus organizme yra aktyvūs, o jei ir yra aktyvūs, tai jų aktyvumas gali būti nevienodas. Šis reiškinys vadinamas genų ekspresija. Kada keičiasi genų ekspresija žmogaus organizme?
3. Kas yra genetiškai modifikuotas organizmas (GMO)? Kas yra transgeninis organizmas? Savo mintis argumentuokite.

### Informacijos šaltiniai

Genetinio kodo lentelė:

		Antroji kodono raidė							
		U		C		A		G	
Pirmoji kodono raidė (5'-galas)	U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys
		UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Cys
		UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	Stop	UGA	Stop
		UUG	Leu	UCG	Ser	UAG	Stop	UGG	Trp
	C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg
		CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGC	Arg
		CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg
		CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Gln	CGG	Arg
	A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser
		AUC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser
		AUA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg
		AUG	Met	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg
G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	
	GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly	
	GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly	
	GUG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GGG	Gly	

1. <http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/dna/>
2. <http://www.technologijos.lt/>
3. <http://bioweb.uwlax.edu/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/education/factsheets/>
5. <http://www.genetics.edu.au>
6. <http://www.technologijos.lt/>
7. Paulauskas A.. Genetiškai modifikuoti organizmai. Vilnius: Petro ofsetas, 2004.
8. <http://gmo.am.lt>
9. <http://www.gmo-compass.org/eng/home/>
10. <http://cls.casa.colostate.edu/transgeniccrops/>
11. <http://www.technologijos.lt/>

**43 uždavotis. GENETIKA.**  
**Paveldimumas.**

**Klausimai:**

1. Ling-Ling – didžiosios pandos patelė gyvenanti Vašingtono zoologijos sode (O'Brien et al., 1984). 1983 m. kovą, Ling-Ling susiporavo su patinu iš to paties zoologijos sodo Hsing-Hsing. Ling-Ling taip pat buvo dirbtinai apsėklinta su didžiosios pandos patino Chia-Chia iš Londono zoologijos sodo sėkla. 1983 m. liepos 21 d. gimė palikuonis, kuris netrukus mirė. Naudojant elektroforezės metodą, šešiuose polimorfiniuose lokusuose nustatyti genotipai.

Lokusas	Ling-Ling	Palikuonis	Hsing-Hsing	Chia-Chia
1	AA	Aa	Aa	AA
2	Bb	bb	bb	bb
3	Cc	Cc	cc	cc
4	dd	Dd	Dd	dd
5	Ee	Ee	EE	Ee
6	FF	FF	FF	Ff

- a) Kuris patinas yra Ling-Ling vaiko tėvas?  
b) Kas galėjo nulemti palikuonio ankstyvą žūtį?

2. Iš 750 studentų 25 yra raudonplaukiai. Koks yra raudonų plaukų dažnis tiriamoje imtyje? Jeigu iš auditorijos išrinksim vieną atsitiktinį studentą, kokia bus tikimybė kad jis – raudonplaukis?
3. Po lėktuvo katastrofos 10 vyrų ir 10 moterų pateko į negyvenamą salą, kurioje pradėjo naują populiaciją visiškai atskirtą nuo aplinkinio pasaulio. Du žmonės yra heterozigotiniai pagal cerebrinį paralyžių lemiantį alelį (c). Tarkime, kad šio alelio dažnis didėjant individų skaitlingumui populiacijoje nekinta. Kokia bus tikimybė, kad pirmoje (F1) kartoje gims vaikas sergantis cerebriniu paralyžiumi?
2. Kokiam alelių dažniui esant, susidarys dvigubai daugiau recesyvių homozigotų nei heterozigotų?
3. Kokia paveldimumo forma leidžia genetikui suprasti, kad paveldimas ląstelės metabolizmo sutrikimas yra dėl defektyvaus mitochondrijų geno (organizmas – žmogus)?
4. Apie 5% individų turinčių Dauno sindromą yra chromosominės translokacijos rezultatas. Daugeliu iš šių atvejų, viena 21 chromosomos kopija prilimpa prie 14 chromosomos. Kaip ši translokacija lemia vaikų su Dauno sindromu gimimą?

**Informacijos šaltiniai**

1. [http://dobzhanskycenter.bio.spbu.ru/pdf/sjop/MS79\\_O%27Brien\\_Science.pdf](http://dobzhanskycenter.bio.spbu.ru/pdf/sjop/MS79_O%27Brien_Science.pdf).
2. Paulauskas A., Slapšytė G., Morkūnas V. (2003) Bendrosios genetikos tyrimų metodai ir pratybos. Vilnius: Infroastras.
3. Conner J. K, Hartl D. L. (2007). Ekologinės genetikos pradmenys. Vilniaus universitetas.
4. [http://www.stochastik.uni-freiburg.de/homepages/pfaffelh/teaching/2007SS/popgen\\_0.3\\_manuscript.pdf](http://www.stochastik.uni-freiburg.de/homepages/pfaffelh/teaching/2007SS/popgen_0.3_manuscript.pdf)
5. <http://anthro.palomar.edu/mendel/Default.htm>
6. <http://www.nature.com/scitable>
7. <http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/>
8. <http://biology.about.com/od/genetics/a/aa040805a.htm>
9. <http://lt.wikipedia.org/wiki/Avvaisinimas>
10. [http://en.wikipedia.org/wiki/Mitochondrial\\_DNA](http://en.wikipedia.org/wiki/Mitochondrial_DNA)
11. [http://en.wikipedia.org/wiki/Down\\_syndrome](http://en.wikipedia.org/wiki/Down_syndrome)
12. [http://bio3400.nicerweb.com/Locked/media/ch08/familial\\_Down\\_syndrome.html](http://bio3400.nicerweb.com/Locked/media/ch08/familial_Down_syndrome.html)

**44 užduotis. GENETIKA.**  
**Paveldimumo mechanizmai.**

- Black ir Johnson (1979) tyrė duobagyvių *Actinia tenebrosa*, aptinkamų Rottnest saloje (Australija), baltymų polimorfizmą ir nustatė neįprastą paveldėjimo mechanizmą. Šie duobagyviai yra gyvavedžiai. Atvedus palikuonis, ne daugiau kaip penki lieka tėvinių individų priežiūroje, kur auga iki “pilnametystės”. Ištyrus tris izofermentines sistemas buvo nustatyti tokie fenotipai:

Lokusas	Tėvinis genotipas	Šeimų skaičius	Palikuonių genotipai		
			FF	FS	SS
<i>MDH</i>	<i>FF</i>	25	68	0	0
	<i>FS</i>	53	0	158	0
	<i>SS</i>	11	0	0	35
<i>PGM</i>	<i>FF</i>	44	145	0	0
	<i>FS</i>	9	0	33	0
<i>SOD</i>	<i>FF</i>	71	225	0	0
	<i>FS</i>	18	0	50	0
	<i>SS</i>	1	0	0	2

**Klausimas:**

- Kokio tipo poravimasis ir dauginimasis paaiškintų tokius gautus tyrimų rezultatus?

**3. Informacijos šaltiniai**

- [http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-00386-5\\_26](http://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-00386-5_26)

**45 užduotis. GENETIKA.**  
**Paveldimumas.**

Herzog et al. (1992) aprašė žofrua koatos 3 chromosomos polimorfizmą. A tipo genome 3 chromosomos centromera yra viduryje, B tipo genome – stipriai pasislinkusi ir išsidėsčiusi chromosomos gale. Abiejų tipų chromosomų ilgis yra vienodas. Kitose chromosomose ryškių stebimų skirtumų nenustatyta.

**Klausimai:**

- Kokio tipo chromosomų pertvarkos galėjo įvykti, kad susiformavo šių primatų 3-čios chromosomos polimorfizmas? Pasistenkite būti kuo tikslesni.
- Tarkime, zoologijos sode pradedama vykdyti primatų veisimo ir reintrodukcijos programa. Zoologijos sodo direktorius jus kviečia kaip konsultantą šiuo klausimu. Ar jūs rekomenduosite prieš kryžminimą nustatyti žofrua koatų polimorfizmą? Jei taip, kaip ši informacija bus panaudota sudarinėjant kryžminimo schemas? Kokius dar siūlysite padaryti tyrimus, prieš reintrodukuojant žofrua koatas į laukines populiacijas?

**Informacijos šaltiniai**

- <http://www.arkive.org/black-handed-spider-monkey/ateles-geoffroyi/>
- [http://www.theprimata.com/ateles\\_geoffroyi.html](http://www.theprimata.com/ateles_geoffroyi.html)
- [http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Ateles\\_geoffroyi/#reproduction](http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Ateles_geoffroyi/#reproduction)
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Chromosomal\\_polymorphism](http://en.wikipedia.org/wiki/Chromosomal_polymorphism)
- <http://lt.wikipedia.org/wiki/Mutacija>
- <http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e11/11d.htm>

7. Herzog, S., A. Herzog, H. Hohn, B. Matern, and W. Hecht. 1992. Chromosome polymorphism in *Ateles geoffroyi* (Cebidae; Primates; Mammalia). *Theoretical and Applied Genetics* 84:986–989.

**46 užduotis. GENETIKA.**  
**Požymių paveldėjimo genetika.**

**Klausimai:**

1. Mankšų veislės katės išsiskiria tuo, kad gali būti beuodegės. Beuodegiai kačiukai yra labai mieli ir vertinami šios veislės gerbėjų. Šios veislės kačių veisimas yra gana sudėtingas. Sukryžminus du beuodegius individus tarpusavyje dvi dalys kačių gimsta be uodegų, o viena dalis – uodeguoti. **Koks yra Mankšų veislės kačių uodegos buvimą lemiančio geno paveldėjimo pobūdis?**
2. Labradoro veislės šunų kailio spalva gali būti juoda, ruda (šokoladinė) arba gelsva. Sukryžminus gelsvus šunis tarpusavyje, visi palikuonys yra gelsvi. Kryžminant du juodus šunis, galimi tokie palikuonių variantai: a) visi šuniukai gimsta juodi; b) dalis šuniukų gimsta juodi, dalis – gelsvi; c) gimsta juodi, rudi ir gelsvi šuniukai. **Paiškinkite, koks yra Labradoro veislės šunų kailio spalvos paveldėjimo pobūdis.**

**Informacijos šaltiniai**

Kučinskas V. *Genetika*. Kaunas:Šviesa. 2001

<http://www.manx.com/>

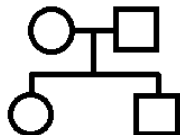
<http://dialogue.hubpages.com/hub/Lethal-Inheritance>

<http://agiesha.blogas.lt/sunu-spalvu-genetika-1126.html>

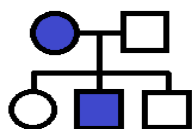
**47 užduotis. GENETIKA.**  
**Genealoginis medis ir ligų paveldimumas.**

Genealoginis medis arba genograma yra schematinis būdas pavaizduoti šeimos kartų giminystės ryšius. Toks būdas gali būti naudojamas įvairių požymių, įskaitant ligas, paveldimumui pavaizduoti, siekiant nustatyti jų paveldėjimo tipą. Gydytojai genetikai genealoginius medžius sudaro tirdami tam tikrų genetinių ligų paveldimumą.

Pagrindiniai genealoginio medžio sudarymo principai: moteris – žymima apskritimu, vyras – keturkampiu, horizontali linija jungianti moters ir vyro simbolius yra vaizduoja santuoką. Iš horizontalios linijos jungiančios vyro ir moters simbolius, nuleista vertikali linija į horizontalų lygmenį, vaizduojantį palikuonis. Nuo horizontalios šio lygmens linijos atsišakančios vertikalios linijos su kvadratėliais ir apskritimais rodo visus santuokoje gimusius vaikus. Pvz.: šeima, kurioje yra viena dukterė ir vienas sūnus:

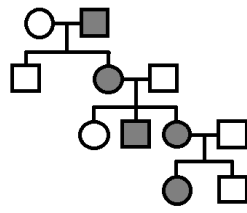


Užtušuotas kvadratėlis arba apskritimas rodo individą turintį tam tikrą požymį (genetinių ligų atveju požymis yra ligos buvimas). Tai atrodo taip (serga mama ir vienas iš dviejų sūnų):

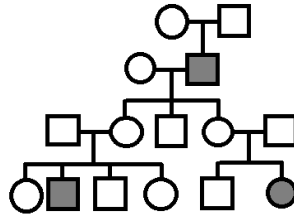


**Klausimai:**

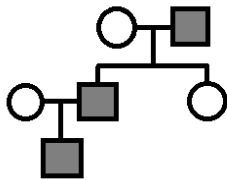
1. Nustatykite, kokio paveldėjimo tipo yra įvairiuose genealoginiuose medžiuose mėlyna spalva pažymėti ligų požymiai. Paveldėjimo tipai gali būti: (i) autosominis dominantinis, (ii) autosominis recesyvinis, (iii) su Y chromosoma susijęs paveldėjimas, su X chromosoma susijęs recesyvus, su X chromosoma susijęs dominantinis paveldėjimas.



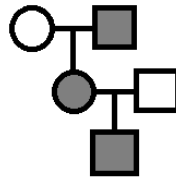
a)



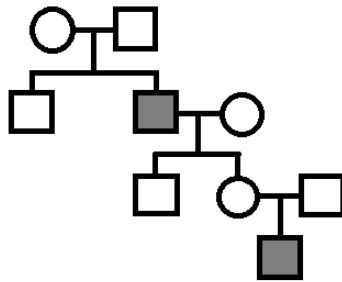
b)



c)



d)



e)

**Informacijos šaltiniai:**

<http://www.biotopics.co.uk/genes/pedigr.html>

<http://www.genopro.com/genogram/>

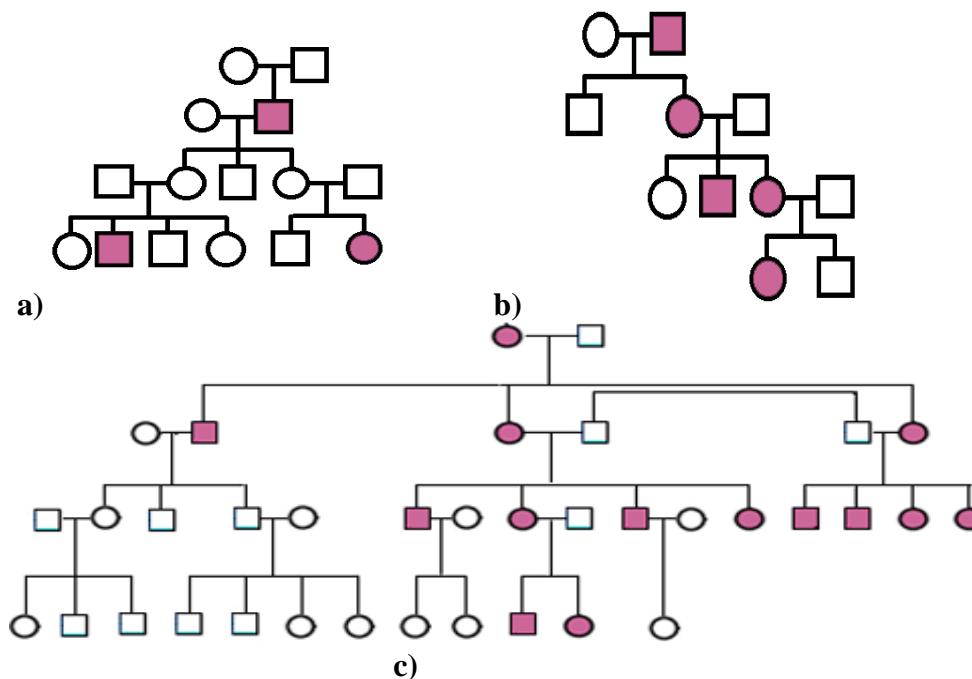
**48 užduotis. GENETIKA.**  
**Mitochondrijų DNR ir mitochondrijų paveldimumas.**

Eukariotų genomą sudaro branduolio ir mitochondrijų DNR genai, o augalų genomą – dar ir chloroplastų DNR esantys genai. Branduolio DNR molekulės yra didelės ir linijinės, jos sąveikauja su įvairiais baltymais ir kartu su jais yra organizuotos į chromatiną. Ląstelės ciklo metu branduolio DNR susipakuoja į chromosomas, kurios (tiksliau, chromatidės) yra tiksliai padalijamos tarp dukterinių ląstelių. Lytinės ląstelės turi haploidinį chromosomų (ir jose esančių genų rinkinį). Susijungus dviems lytinėms ląstelėms, susidaro diploidinė apvaisinta kiaušialąstė, kurios genetinės medžiagos pusė gauta iš kiekvienos ją sudariusios lytinės ląstelės. Tai lemia Mendelio paveldimumo dėsnius.

Tačiau kita dalis eukariotinės ląstelės geno – mitochondrijų DNR (MtDNR) ir chloroplastų DNR (chDNR) nepaklūsta Mendelio paveldimumo dėsniams. Tokį sunkiai prognozuojamą paveldimumą lemia MtDNR ir ChDNR savybės ir funkcijos ląstelėje. Mitochondrijų (ir chloroplastų) DNR skiriasi nuo branduolio DNR daugeliu požimių.

**Klausimai:**

1. Kokie yra mitochondrijų ir chloroplastų DNR struktūros skirtumai, lyginant su branduolio DNR?
2. Kokie yra simbiotinės mitochondrijų ir chloroplastų kilmės įrodymai?
3. Kiek genų yra mitochondrijų DNR ir kiek jų yra chloroplastų DNR?
4. Išvardinkite svarbiausius mitochondrijų DNR paveldimumo dėsningumus.
5. Paaiškinkite mtDNR segregacijos reiškinį.
6. Nurodykite keturias mitochondrijų DNR mutacijų lemiamas žmonių ligas. Kurie audiniai yra labiausiai pažeidžiami dėl mitochondrijų DNR mutacijų ir kodėl?
7. Kurių MtDNR genų – koduojančių polipeptidus, ar koduojančių tRNR, mutacijos yra pavojingesnės?
8. Kurioje iš trijų paveldimumo schemų pavaizduotas mitochondrijų DNR mutacijos paveldėjimas?



**Informacijos šaltiniai:**

1. V. Mildažienė, S. Jarmalaitė, R. Jaugelavičius. Ląstelės biologija, Kaunas, 2004.
2. [http://learn.genetics.utah.edu/content/extras/molgen/mito\\_dna.html](http://learn.genetics.utah.edu/content/extras/molgen/mito_dna.html)

3. <http://www.genetics.edu.au/Information/Genetics-Fact-Sheets/Mitochondial-Inheritance-Complex-Patterns-of-Inheritance-2-FS12>
4. <http://atlasgeneticsoncology.org/Educ/GenetFormelEngID30025ES.html>
5. [http://carolguze.com/text/442-10-nontraditional\\_inheritance.shtml](http://carolguze.com/text/442-10-nontraditional_inheritance.shtml)
6. [http://en.wikipedia.org/wiki/Mitochondrial\\_DNA](http://en.wikipedia.org/wiki/Mitochondrial_DNA)
7. <http://ghr.nlm.nih.gov/chromosome/MT>
8. <http://www.mitomap.org/MITOMAP>
9. <http://www.youtube.com/watch?v=yF7esxWJj1Q>
10. <http://www.mitoaction.org/mito-faq>
11. <http://www.chelationtherapyonline.com/anatomy/p116.htm>
12. [http://www.glowm.com/?p=glowm.cml/section\\_view&articleid=342](http://www.glowm.com/?p=glowm.cml/section_view&articleid=342)
13. [http://plantcellbiology.masters.grkraj.org/html/Plant\\_Cellular\\_Structures10-Plastids.htm](http://plantcellbiology.masters.grkraj.org/html/Plant_Cellular_Structures10-Plastids.htm)
14. <http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/E/Endosymbiosis.html>

**49 užduotis. EVOLIUCIJA.**  
*Evoliucijos tyrimai.*

**Klausimai:**

1. Kartais galima išskirti DNR iš fosilijų.
  - 1.1. Kurios fosilijų rūšys dažniausia turi DNR?
  - 1.2. Surašykite bent tris sąlygas, kurios būtų palankios DNR išlikimui fosilijose.
2. Kokie įrodymai palaiko hipotezę, kad visa gyvybė žemėje yra kilusi iš bendro protėvio? Pateikite bent tris pavyzdžius.

**Informacijos šaltiniai**

1. <http://www.technologijos.lt>
2. <http://www.macroevolution.net/>
3. [www.sciencedaily.com](http://www.sciencedaily.com)
4. <http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/home.php>
5. <http://www.ukfossils.co.uk/about.htm>
6. <http://www.fossils-facts-and-finds.com/>
7. <http://www.talkorigins.org/faqs/homs/mtDNA.html>

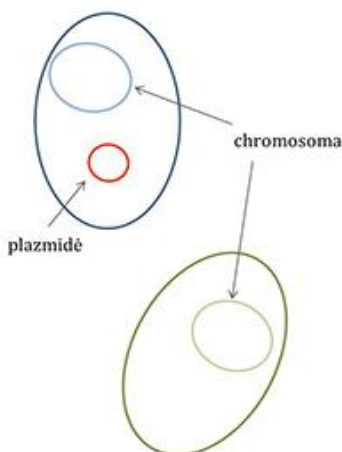
**50 užduotis. EVOLIUCIJA.**  
**Vertikali ir horizontali evoliucija.**

Čarlzo Darvino 1859 m. paskelbta evoliucijos teorija teigia:

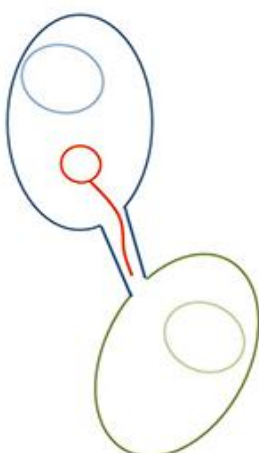
1. Individai palieka daugiau palikuonių, negu gali išgyventi.
2. Kiekvienai populiacijai būdinga įvairovė – egzistuoja daug individų su skirtingais požymiais.
3. Kiekviena populiacija turi ribotus išteklius ir dėl jų konkuruoja.
4. Išlieka individai, kurie yra geriausiai prisitaikę prie aplinkos, t.y. turintys palankiausių požymius.
5. Išlikę individai savo požymius perduoda palikuonims.

Evoliucija – kryptingas ir lėtas procesas, trunkantis milijonus metų. Tačiau per pastarąjį šimtmetį paaiškėjo, kad kai kuriems organizmams šiuos dėsnius pritaikyti sunku. Praėjusio amžiaus viduryje buvo pastebėta, jog bakterijos genus gali perduoti ne tik **vertikaliai** (palikuonims ląstelėms dalijantis), tačiau ir **horizontaliai** (tiesiogiai kitoms bakterijoms populiacijoje, ar net kitos rūšies bakterijoms). Šis procesas pasidarė ypač aktualus antibiotikų eroje, nes perduodami genetiniai elementai, dažniausia – plazmidės, gali turėti vieną ar net keletą skirtingų genų, suteikiančių atsparumo antibiotikams. Svarbiausias tarp horizontalaus genų perdavimo būdų yra bakterijų konjugacija:

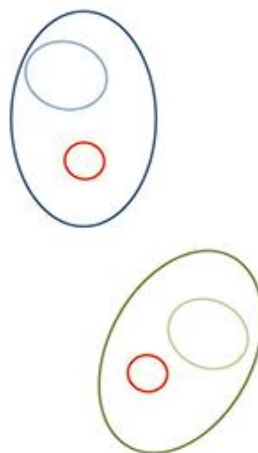
1. Viena iš bakterijų, be genominės DNR, turi plazmidę



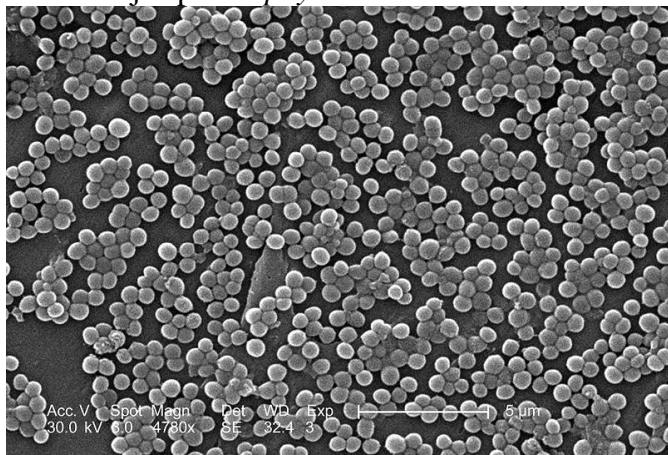
2. Bakterijos susijungia ir donorinė plazmidė perduodama recipientui



3. Abi bakterijos turi ir gali panaudoti plazmidę



Informacija apie *Staphylococcus aureus*:



---

*Staphylococcus aureus*

Karalystė:	Bakterijos
Klasė:	Bacilos
Gram klasifikacija:	teigiamas (+)
Simbiotiniai ryšiai su <i>Homo sapiens</i> :	komensalizmas, parazitizmas
Sukeliamos infekcijos:	odos, žaizdų infekcijos, plaučių uždegimas, meningitas, endokarditas, bakteremija, sepsis
Dvigubėjimo laikas:	27-30 min

---



Susipažinkite su atlikto tyrimo rezultatais:

Pacientas A buvo paguldytas į intensyvios terapijos skyrių dėl kraujo užkrėtimo, sukkelto *Enterococcus* genties bakterijų. Pacientas buvo gydomas gentamicinu ir pasveiko. Po kurio laiko į tą patį intensyvios terapijos skyrių pateko pacientas B su ūmiu endokarditu, sukeltu *Pseudomonas aeruginosa* bakterijos. Pacientas B buvo pradėtas gydyti ciprofloksacino antibiotikais. Būklei negerėjant, pereita prie imipenemo antibiotikų, tačiau ir toliau nesant teigiamų pokyčių, pasirinkta kolistino antibiotikų terapija. Po kurio laiko bakterinėse kultūrose *P. aeruginosa* bakterijų nebebuvo, tačiau dėl atsiradusių komplikacijų pacientui prireikė atviros širdies operacijos. Būklei pagerėjus, pacientas B buvo perkeltas į reabilitacinį skyrių. Netrukus pjūvio vietoje išsivystė infekcija, sukelta *Staphylococcus aureus* bakterijos. Ištyrus šios bakterijos atsparumą antibiotikams, nustatytas atsparumas ciprofloksacinui, imipenemui ir gentamicinui.

Remdamiesi tyrimo duomenimis ir informacija apie *S. aureus*, atsakykite klausimus:

1. Įvardinkite, kur pacientas B užsikrėtė *S. aureus* bakterija, sukėlusia po-operacinę pjūvio infekciją. Paaiškinkite, kaip ši *S. aureus* galėjo įgyti atsparumą gentamicinui. Kodėl taip manote?
2. Ar šiam įvykiui galima pritaikyti Č. Darvino evoliucijos dėsnius? Ar tai vertikali ar horizontali evoliucija? Įrodykite.
3. Kaip ši *S. aureus* galėjo įgyti atsparumą ciprofloksacinui? Ar labiau tikėtina, kad tai vertikali, ar horizontali evoliucija? Įrodykite.
4. *S. aureus* dalijimosi (dvigubėjimo) laikas – 30 min. Kiek laiko užtruktų atsirasti ~1000 ląstelių iš vienos atsparios *S. aureus* bakterijos vertikalios evoliucijos būdu?
5. Konjugacijos greitis tarp *S. aureus* bakterijų – 0.2 kb/sec, konjuguojamos plazmidės dydis – 24 kb. Viena ląstelė vienu metu gali susijungti tik su viena ląstele, tačiau apskritai ji gali konjuguotis nepriklausomai daug kartų. Tarp kiekvienos konjugacijos yra 30 sec pertrauka, kol susidaro naujos jungtys. Ląstelių dalijimosi greičiui konjugacija įtakos nedaro. Kiek laiko užtruks, kol populiacijoje atsiras ~1000 atsparių *S. aureus* bakterijų, jei pradžioje tik viena *S. aureus* turėjo konjuguojamą plazmidę? Kiek atsparių *S. aureus* bakterijų bus populiacijoje po 30 min?
6. Kaip įrodytumėte, kad atsparumo genas buvo perimtas iš vienos ar kitos bakterijos?
7. Pateikite pavyzdžių, kaip reikėtų sumažinti ar visai išvengti antibiociukams atsparių bakterijų atsiradimo ir plitimo ligoninėse.
8. Pateikite idėjų post-antibiotikų erai, kai atsparumas antibiotikams yra toks paplitęs, kad būtina rasti alternatyvių būdų kovoti su infekcijomis.
9. MRSA (methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*) – superbakterija, kilusi iš antibiotikams jautrios *S. aureus*, tačiau pakitusi tiek, kad dabar yra atspari daugeliui antibiotikų grupių – penicilinams, cefalosporinams, tetraciklinams ir t.t. Vienas iš nedaugelio antibiotikų dar veiksmingų prieš kai kuriuos MRSA porūšius – vankomicinas. Ši bakterija plinta ir bendruomenėje, tačiau daugiausia – ligoninėse, ypač intensyvios terapijos skyriuose. Kaip ši bakterija galėjo tapti tokia atspari? Kodėl MRSA yra opi sveikatos apsaugos problema?
10. Daugialąščiams eukariotams horizontalus genų perdavimas nebūdingas, išskyrus retus atvejus. Tačiau tai ne pagrindinė priežastis, kodėl mikrobu evoliucija vyksta daug greičiau nei daugialąščių organizmų. Paaiškinkite šį teiginį.

#### Informacijos šaltiniai:

- Nuotrauka: Wikimedia Commons (free licence)
- *S. aureus* dvigubėjimo, replikacijos laikas: <http://bionumbers.hms.harvard.edu>
- Evolution; Darwin and evolution: Mader, S.S. 2004. Biology. 10th ed. McGraw-Hill., New York; 2010.
- Boto, L. Horizontal gene transfer in evolution: facts and challenges. *Proc. R. Soc. B* 2010; 277(1683): 819-827.

- Bacterial conjugation: Griffiths AJF, Miller JH, Suzuki DT, et al. An Introduction to Genetic Analysis. 7th edition. New York: W. H. Freeman; 2000. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21942/>
- HPA Infectious Diseases: <http://www.hpa.org.uk/Topics/InfectiousDiseases/InfectionsAZ/>
- WHO Antimicrobial Resistance: <http://www.who.int/drugresistance/about/en/index.html>
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Methicillin-resistant\\_Staphylococcus\\_aureus](http://en.wikipedia.org/wiki/Methicillin-resistant_Staphylococcus_aureus)