

Jolanta Dzikavičiūtė, Margarita Purlienė, Inga Viltrakiene

# Biologo užrašai

XI–XII klasei

Organizmų požymių paveldėjimas  
ir genų technologijos



# Turinys

ĮVADAS / 4

## ORGANIZMŲ POŽYMIŲ PAVELDĖJIMAS IR GENŲ TECHNOLOGIJOS / 5

1. **Geno veikla ir genomas / 5**
  - 1.1. DNR ir RNR molekulės – paveldėjimo pagrindas / 5
  - 1.2. DNR ląstelėje / 5
  - 1.3. DNR dvigubėjimas (replikacija) / 8
  - 1.4. Genas ir genetinis kodas / 8
  - 1.5. Genetinės informacijos nurašymas (transkripcija) / 12
  - 1.6. Baltymų biosintezė ribosomoje (transliacija) / 12
  - 1.7. Genomas – genų rinkinys, būdingas biologinei rūšiai / 16
  - 1.8. Žmogaus genomo projektas ir jo rezultatai / 16
2. **Genetinės informacijos perdavimas iš kartos kartai / 19**
  - 2.1. Ląstelės ciklas ir jo valdymas / 19
  - 2.2. Chromosomos per mitozę / 19
  - 2.3. Chromosomos organizmo lytinio dauginimosi laikotarpiu / 21
  - 2.4. Chromosomos per mejozę / 21
  - 2.5. Apvaisinant vėl susidaro dvigubasis organizmo ląstelių chromosomų rinkinys / 24
  - 2.6. Oogenezės ir spermatogenezės metu susidaro lytinės ląstelės / 24
3. **Dauginimasis / 29**
  - 3.1. Dauginimasis – gyvybės tęstinumo pagrindas / 29
  - 3.2. Vegetatyvinis augalų dauginimasis / 31
  - 3.3. Augalų lytinis dauginimasis / 35
  - 3.4. Sėklų sandara ir plitimas / 39
  - 3.5. Sėklų dygimas / 42
  - 3.6. Gyvūnų apvaisinimas / 46
  - 3.7. Netiesioginis ir tiesioginis pogemalinis vystymasis / 49
  - 3.8. Žmogaus lyties organai / 51
  - 3.9. Hormonų vaidmuo žmogaus brendimui ir dauginimosi funkcijoms / 53
  - 3.10. Žmogaus gemalo ir vaisiaus raida iki gimimo / 55
  - 3.11. Žalingų veiksnių poveikis žmogaus gemalo ir vaisiaus raidai / 55
  - 3.12. Nevaisingumas ir šeimos planavimas / 58

## 4. Mutacijų atsiradimo priežastys ir įvairovė / 60

- 4.1. Mutacijų įvairovė / 60
- 4.2. Mutagenai ir jų veikimo mechanizmai / 60
- 4.3. Antimutagenėzė ir DNR pažeidimų ištaisymas (reparacija) / 60
- 4.4. Modifikacinis kintamumas / 63

## 5. Paveldimosios informacijos perdavimo iš kartos į kartą genetiniai dėšningumai / 67

- 5.1. Eukariotų požymių paveldėjimas ir rekombinacija / 67
- 5.2. Nepriklausomas požymių ir juos lemiančių genų paveldėjimas / 69
- 5.3. Nukrypimai nuo Mendelio dėšnių / 75
- 5.4. Žmogaus požymių paveldėjimas ir paveldimosios ligos / 79
- 5.5. Paveldima vėžio prigimtis / 83

## 6. Genų technologijos / 87

- 6.1. Genų inžinerija / 87
- 6.2. Rekombinantinės DNR molekulės konstravimas / 87
- 6.3. Polimerazinė grandininė reakcija / 90
- 6.4. Genų technologijos produktai / 90
- 6.5. Kamieninės ląstelės / 93
- 6.6. Genų terapija / 93

## 2 skyrius. Genetinės informacijos perdavimas iš kartos kartai

### 2.1. Ląstelės ciklas ir jo valdymas

### 2.2. Chromosomos per mitozę



#### Faktai

Kaip yra nustatomas mitotinio ciklo ilgis? Tam taikoma radioautografija. Gyvūnui kelis kartus išvirkščijama žymėtojo timidino tirpalo. Žymėtajame timidine vienas vandenilio atomas pakeistas tričio atomu. Vėliau iš tiriamojo audinio ląstelių išplaunamas nepanaudotas timidinas. Audinys numarinamas, sukietinamas specialiomis medžiagomis ir supjaustomas maždaug 1 ląstelės storio gabalėliais. Jie padengiami plonyčiu fotoemulsijos sluoksniu ir laikomi kelias dienas ar savaites, o paskui ryškinami kaip paprasčiausias fotopopierius ar fotojuosta.

Ląstelės, kurios išvirkštus radioaktyviojo timidino sintetino DNR (S fazė), jį naudojo šiam procesui. Ties jų branduoliais susidarė juodi sidabro grūdėliai. Pagal juodai pažymėtų ląstelių skaičių ir trukmę nuo timidino išvirkštimo pradžios iki audinio paėmimo nustatoma, kiek tarp dviejų S fazių praeina laiko.



#### Diskusija

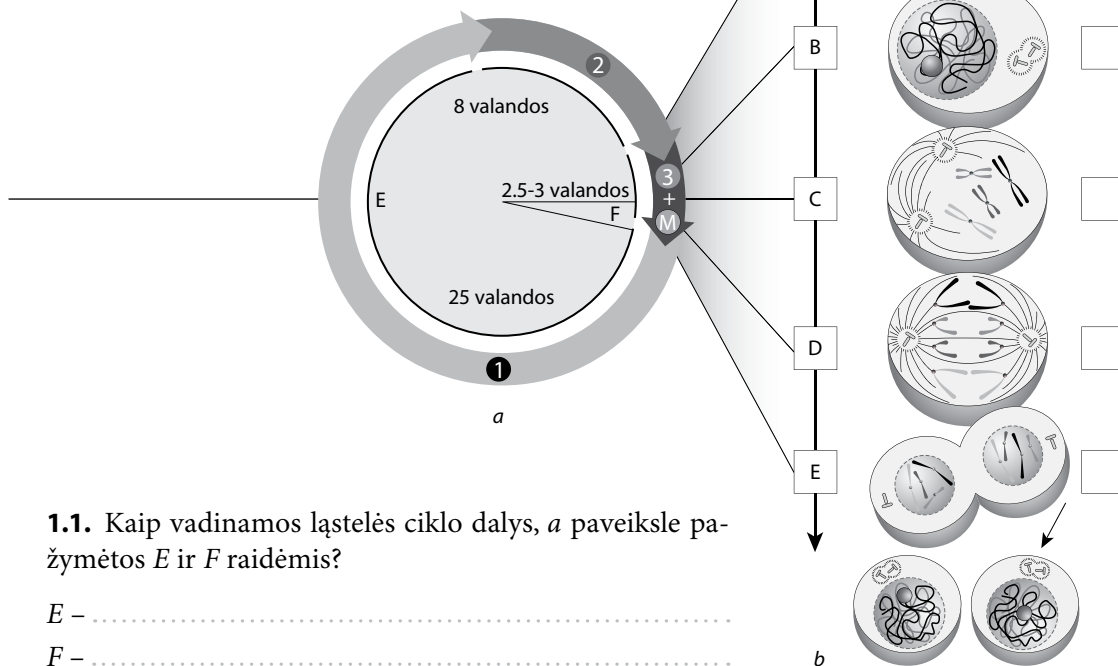
Atliekant įvairius skirtingų ląstelių ciklų tyrimus jos mitybinėse terpėse stebimos besidalijančios natūraliai arba pridėjama tam turinčių įtakos cheminių medžiagų, o kartais audinio ląstelės net paveikiamos jonizuojančiąja spinduliuote.

Padiskutuokite, kodėl mitotinio ciklo trukmė nustatoma ląstelių dalijimuisi sudarant įvairias sąlygas.



#### Klausimai ir užduotys

1. Paveiksle schemiškai vaizduojamas ląstelės ciklas (*a*) ir jo fazės (*b*).



**1.1.** Kaip vadinamos ląstelės ciklo dalys, *a* paveiksle pažymėtos *E* ir *F* raidėmis?

*E* – .....

*F* – .....

1.2. Paaiškinkite, kodėl 1 skaičiumi žymimas etapas užima didžiąją ląstelės E ciklo dalį.

1.3. Kodėl labai svarbu, kad 1 etape pagausėtų mitochondrijų ir ribosomų, o augalinėje ląstelėje – ir chloroplastų?

1.4. Yra ištirta, kad vykstant 1 etapui ląstelėje „tikrinama“ DNR būklė, ląstelės dydis, masė ir maisto medžiagų tiekimas. Jeigu patikros rezultatai neatitinka įprastų normų, ląstelė pasilieka  $G_0$  stadijos. Kodėl?

1.5. Paaiškinkite, kodėl 2 ir 3 skaičiais pažymėtų etapų trukmė yra skirtinga, nors jie vyksta toje pačioje ląstelės A ciklo dalyje.

1.6. *b* paveiksle ląstelės ciklo fazes iliustruojantys paveikslėliai išdėstyti netinkamai. Kaip juos reikėtų išdėstyti, kad atspindėtų nuoseklią A, B, C, D, E fazių eigą? Raidžių seką įrašykite tuščiuose kvadratėliuose.

1.7. Kodėl C raide pažymėtoje fazėje chromosomos įgauna X formą?

1.8. Išsamiai paaiškinkite, kodėl C raide pažymėtoje fazėje ląstelės patikros kompleksas tikrina, ar verpstės siūlai prisitvirtinę prie centromerų.

1.9. Chromosomos yra tempiamos į priešingas puses maždaug  $1 \mu\text{m per min}^{-1}$  greičiu. Kokį atstumą chromosoma gali nukeliauti per 1 valandą?

1.10. Paaiškinkite, kodėl mitozės būdu pasidalijusios ląstelės yra genetiškai vienodos.

1.11. Kokia ląstelė – augalo ar gyvūno – pavaizduota paveiksle? Savo atsakymą pagrįskite dviem teiginiais.

2. Remdamiesi vadovėlio 2.4 paveikslu (p. 47) palyginkite, kaip vyksta citokinezė gyvūninėje ir augalinėje ląstelėje.

3. Nestipriai pažeistos nervinės ląstelės gali atauginti savo dalis, pavyzdžiui, dendritus ar dalį aksono, bet įvykus traumai ir giliai pažeidus koją inervuojantį nervą galūnė dažniausiai lieka nejautri. Kodėl?

4. Paaiškinkite, kodėl giliose plonosios žarnos sienelės įdubose (vadinamosiose kriptose) pasidalijusios ląstelės nuolat slenka žarnos gaurelio viršūnės link.

5. Paaiškinkite, kodėl vienaląsčių organizmų palikuoniai dažnai būna genetiškai tapatūs motiniams organizmams.

## 2.3. Chromosomos organizmo lytinio dauginimosi laikotarpiu

## 2.4. Chromosomos per mejozę



### Faktai

Organizmai, kurie dauginasi lytiškai, genetiškai yra labai skirtingi dėl mejozės, kurios metu susidaro naujos genų kombinacijos. Tarkime, kad kiekviename bivalente genetinė medžiaga nesuderinėtų chromatidės apsikeitė tik viename taške įskaitant ir atsitiktinį homologinių porų išsiskyrimą. Tuo atveju žmogaus lytinėse ląstelėse (gametose) gali susidaryti  $4^{23}$  skirtingi deriniai. Tačiau lytiškai dauginantis ši įvairovė dar labiau padidėja. Apvaisinant zigota gauna abiejų tėvų chromosomas, tada galimų derinių įvairovė, pavyzdžiui, žmogaus organizme, yra lygi  $(2^{23})^2$ , o tai reiškia, kad gali susidaryti zigotos, turinčios 70 368 744 000 000 skirtingų chromosomų derinių. Jeigu dar atsižvelgsime į mainus, vykstančius tarp homologinių chromosomų, tada vienai tėvų porai susidarytų  $(4^{23})^2$ , arba 4 951 760 200 000 000 000 000 000, genetiškai skirtingų zigotų variantų.



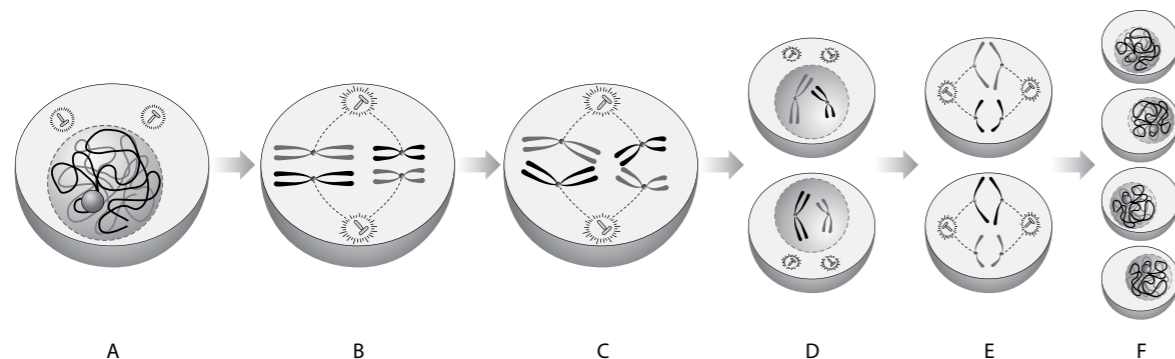
### Diskusija

Padiskutuokite, kodėl dauguma Žemės planetoje gyvenančių organizmų tam, kad susidarytų naujos genų kombinacijos, turi daugintis lytiniu būdu.



### Klausimai ir užduotys

1. Paveiksle vaizduojamas meiotinis ląstelės dalijimasis.



Naudodamiesi schema užpildykite lentelę.

Mejozės fazė Mejozės fazės požymis	A	B	C	D	E	F
Pirmasis ar antrasis meiotinis dalijimasis						
Kuri meiotinio dalijimosi fazė pavaizduota						
Kiek vienoje ląstelėje yra chromosomų						
Kiek vienoje ląstelėje yra chromatidžių						
Ar chromosomų rinkinys yra viengubasis, ar dvigubasis						



### Sprendžiame problemas

1. Stulpelinėje diagramoje vaizduojama, kaip besidalijančioje ląstelėje kinta DNR kiekis.

1.1. Koks ląstelės dalijimosi būdas pavaizduotas diagramoje?

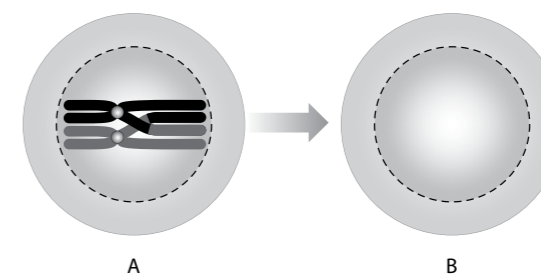
1.2. Dviem teiginiais paaiškinkite savo atsakymą.

1.3. Paaiškinkite, kaip susidarė toks didelis DNR kiekis B etape.

1.4. Kodėl C etape DNR susidarė tiek pat, kiek jos buvo A etape?

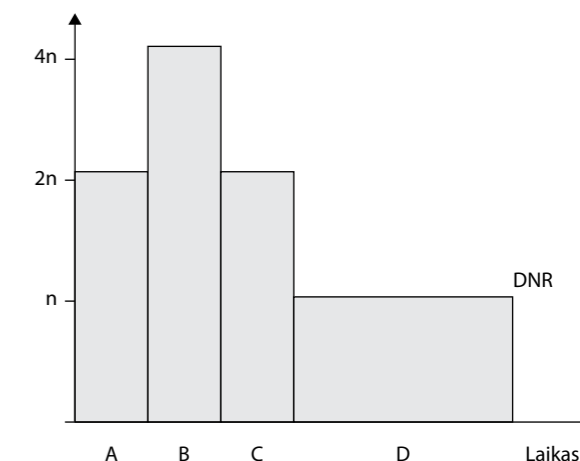
1.5. Paaiškinkite, kodėl baigiantis ląstelės dalijimuisi D etape DNR liko perpus mažiau, nei buvo A etape.

2. Schemiškai pavaizduota viena iš mejozės fazių.



2.1. Kurio meiotinio dalijimosi ir kuri fazė pavaizduota A paveiksle?

2.2. B paveiksle nupieškite A paveiksle vykstančio proceso rezultatą.

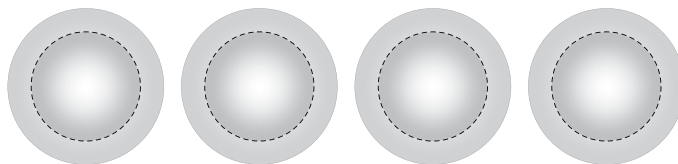


**2.3.** Aprašykite A paveiksle pavaizduotą procesą.

.....

.....

**2.4.** Apskritimuose nupieškite, kaip ląstelėse chromosomos išsidėstė po mejozės.



**3.** Palyginkite mitotinį ir mejotinį ląstelių dalijimąsi nurodydami tris panašumus ir keturis skirtumus.

.....

.....

.....

.....

.....

**4.** Aguonos dvigubasis (diploidinis) chromosomų rinkinys – 22 chromosomos.

**4.1.** Kiek chromosomų bus aguonos spermio ląstelėje I telofazės pabaigoje?

.....

**4.2.** Kiek chromosomų bus aguonos centrinės ląstelės endospermo branduolyje?

.....

**4.3.** Kiek chromosomų bus aguonos zigotoje po apvaisinimo?

.....

**2.5. Apvaisinant vėl susidaro dvigubasis organizmo ląstelių chromosomų rinkinys**

**2.6. Oogenezės ir spermatogenezės metu susidaro lytinės ląstelės**



**Faktai**

Y chromosoma – mažiausia iš visų žmogaus chromosomų. Joje yra apie 50 genų, rekombinacijos dažniausiai nevyksta, todėl naudojant žymenis galima atsekti įvairių tautų migracijas. Pavyzdžiui, įrodyta, kad Azijos žemyne prieš 25 000–30 000 metų vyko gyventojų migracija iš Kinijos į šiaurę, o čigonai Europą pasiekė iš Indijos prieš 1500 metų. Y chromosoma paveldima iš tėvo ir jos populiaciniai tyrimai dažnai vadinami „protėvio Adomo paieška“. Ši chromosoma turi įtakos spermatogenezei, nes joje yra keletas genų, koduojančių spermatogenetinių ląstelių specifinius branduolio baltymus, kurie formuoja RNR struktūras.