

VILNIAUS PEDAGOGINIS UNIVERSITETAS  
GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS  
BOTANIKOS KATEDRA

BAKALAURO STUDIJŲ PROGRAMA

**CITOLOGIJA**

Vilnius 2003

**Studijų laikas** – 1 semestras  
**Modulio apimtis** – 2 kreditai (80 val.)  
**Teorinis kursas (paskaitos)** – 0,8 kredito (32 val.)  
**Laboratoriniai darbai** – 0,4 kredito (16 val.)  
**Savarankiškas darbas** – 0,8 kredito (32 val.)

**Programą parengė**  
doc. dr. **Irena Gutauskienė**

**Programą recenzavo**  
doc. dr. **Giedrė Kmitienė**

**CITOLOGIJA**  
**BAKALAURO STUDIJŲ PROGRAMA**

Tir. 150 egz. 0,75 sp. l. Užsak. Nr. 03-067  
Išleido Vilniaus pedagoginis universitetas, Studentų g. 39, LT-2004 Vilnius  
Maketavo ir spausdino VPU leidykla, T. Ševčenkos g. 31, LT-2009 Vilnius  
Kaina sutartinė

© Vilniaus pedagoginis universitetas

## ĮVADAS

Citologija – mokslas apie pagrindinį gyvų būtybių struktūros vieneta – ląstelę.

Šiam mokslui pastaraisiais metais skiriama vis daugiau dėmesio. Citologija, praturtėjusi daugybe naujų mokslinių atradimų, yra labai svarbi biomedicininė ir agrarinė mokslų raidai bei sveikatos apsaugai. Biologai studijuoja citologiją pirmame semestre, todėl įgytos žinios labai praverčia studijuojant kitas biologines disciplinas.

**Studijų objektas** – ląstelė, ją sudarantys organoidai, jų sandara ir funkcijos.

**Tikslas** – išnagrinėti atskirų ląstelių tipų bei jų organoidų sandarą ir funkcijas, išsiaiškinti dalijimosi ypatumus ir ląstelėse vykstančius fiziologinius procesus.

**Reikšmė.** Studijos padeda suvokti ne tik visų gyvų organizmų sandarą, bet ir tai, kas lemia gyvų organizmų panašumą, įvairovę bei ligas. Ląstelė yra ne tik sudedamoji visų gyvų organizmų dalis, bet ir mažiausias gyvybės vienetas. Žinios apie ląstelių cheminę sudėtį, energijos apykaitą ir jos virsmus leidžia geriau suvokti gyvybės esmę.

**Pagrindinės temos:** ląstelės tyrimų istorija, pagrindinės tyrimų kryptys ir metodai, ląstelės cheminė sudėtis, membranos sandara ir veikimas, ląstelės organoidai ir jų funkcijos, branduolys ir chromosomos, ląstelės dalijimasis, ląstelės fiziologija.

### Teorinis kursas

*1 tema. Įvadas*

*Trukmė – 1 val.*

Citologija – mokslas apie ląstelę, jos sandarą, vystymąsi ir gyvybinę veiklą. Šio mokslo ryšys su kitomis biologinėmis disciplinomis: embriologija, histologija, fiziologija, genetika, biochemija, molekulinė biologija. Šiuolaikinės citologijos uždaviniai. Praktinė šio mokslo reikšmė kitiems biologijos mokslams, taip pat medicinai ir žemės ūkiui.

## **2 tema. Ląstelės teorija ir ląstelės tyrimo metodai**

*Trukmė* – 3 val.

Pagrindiniai ląstelės teorijos formavimosi etapai. R. Huko, M. Malpigijaus, N. Griu, A. Levenhuko, J. Purkinje, I. Miulerio, K. Volfo, M. Šleideno, T. Švano ir kitų mokslininkų indėlis į ląstelės teorijos kūrimą. Ląstelės teorijos reikšmė ir pagrindiniai teiginiai. Svarbesni darbai, papildantys ląstelės teoriją. Šiuolaikinė ląstelės teorijos samprata. Pagrindinės citologinių tyrimų kryptys. Ląstelės tyrimo metodai. Šviesinė ir elektroninė mikroskopija. Gyvų ląstelių tyrimas. Audinių kultūros. Fiksuotų ląstelių tyrimas, rentgenostruktūrinės analizės, citocheminiai, kiekybiniai ir kiti ląstelių tyrimo metodai.

*Vaizdinės priemonės:* paveikslai.

*Literatūra:* 5, 13, 14, 17.

## **3 tema. Ląstelių cheminė sudėtis**

*Trukmė* – 4 val.

Ląstelių cheminės sudėties ypatumai. Vanduo ir neorganinės medžiagos, jų reikšmė ląstelei. Angliavandeniai ir lipidai, jų struktūra, savybės ir biologinis vaidmuo. Baltymai, jų sandara ir reikšmė ląstelės gyvybinei veiklai. Nukleino rūgštys, jų tipai, lokalizacija, sandara ir biologinis vaidmuo ląstelėje. ATP (adenozintrifosfato) sandara, reikšmė ir sintezės vieta.

*Vaizdinės priemonės:* paveikslai.

*Literatūra:* 1, 2, 3, 4, 5, 13, 14, 17.

## **4 tema. Ląstelės organoidai ir jų funkcijos**

*Trukmė* – 6 val.

Bendrieji ląstelės sandaros principai. Ląstelė kaip pagrindinis gyvybės struktūrinis ir funkcinis vienetas.

Protoplastas, citoplazma ir citoplazminiai organoidai. Hialoplazma ir citoskeletas. Fiziniai bei cheminiai hialoplazmos ir citoskeleto ypatumai. Citoplazmos membraniniai ir bemembriniai organoidai.

Paviršinis ląstelės aparatas, jo sandara ir funkcijos.

Ląstelės membranos. Išorinės ir vidinės ląstelės membranos, jų panašumai ir skirtumai. Plazminė membrana. Plazminės membranos skystamozaiškės sandaros modelis. Plazminės membranos funkcijos: pasyvus ir aktyvus medžiagų pernešimas, receptorinės funkcijos. Plazminės membranos vaidmuo susidarant tarpląsteliniams jungtims. Plazminės membranos dariniai. Viršmembraninių ir pomembraninių darinių sandara ir reikšmė.

Membraniniai ląstelės organoidai.

Endoplazminis tinklas, jo ultrastruktūra, lokalizacija ir ryšys su išorine branduolio membrana. Šiurkštusis endoplazminis tinklas, jo reikšmė baltymų sintezei. Lygusis endoplazminis tinklas, jo funkcijos, priklausančios nuo ląstelės tipo.

Goldžio aparatas, jo mikroskopinė ir submikroskopinė sandara, cheminė sudėtis, lokalizacija ir pagrindinės funkcijos.

Lizosomos. Lizosomų atradimo istorija. Jų ultrastruktūra, cheminė sudėtis ir tipai. Lizosomų reikšmė viduląsteliniam virškinimui ir autofagijos reiškiniams.

Vakuolės. Centrinė vakuolė. Tonoplastas. Ląstelės sultys. Vakuolių funkcijos.

Mitochondrijos, jų forma, dydis, lokalizacija ląstelėje. Mitochondrijų membranų, matrikso ir kristų ultrastruktūra. Mitochondrijų susidarymas ir funkcijos.

Plastidės. Plastidžių klasifikacija: leukoplastai ir chromoplastai. Jų tipai. Chloroplastai, jų ultrastruktūra ir cheminė sudėtis. Chloroplastų funkcijos. Plastidžių kilmė ir susidarymas.

Bemembriniai ląstelės organoidai.

Ribosomos, jų klasifikacija, ultrastruktūra ir reikšmė baltymų sintezei. Ribosomų susidarymas.

Filamentai ir mikrovamzdeliai. Jų sandara, cheminė sudėtis ir funkcijos.

Ląstelės centras. Ląstelės centro ultrastruktūra. Jo reikšmė ląstelės dalijimuisi. Centriolių ryšys su judėjimo organoidais. Blakstienėlių ir žiuželių ultrastruktūra.

Citoplazminiai intarpai, jų rūšys.

*Vaizdinės priemonės: paveikslai.*

*Literatūra: 2, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 16, 17.*

### 5 tema. **Branduolys ir chromosomos**

*Trukmė* – 4 val.

Branduolio morfologija. Pagrindinės interfazinio branduolio struktūros: apvalkalas, karioplazma, chromatinas, branduolėlis. Branduolio vaidmuo ląstelės gyvybinėje veikloje.

Branduolio apvalkalas, jo sandara ir cheminė sudėtis. Branduolio apvalkalo ryšys su endoplazminiu tinklu. Funkcijos.

Chromatinas, jo cheminė sudėtis ir rūšys.

Chromosomos. Chromosomų sandara, morfologija, tipai, funkcijos. Chromosomų reduplikacija. Kariotipas, jo pakitimai. Chromosomų struktūros pakitimai.

Branduolėlis – RNR sintezės ir ribosomų susidarymo vieta. Branduolėlio cheminė sudėtis, ultrastruktūra.

*Vaizdinės priemonės:* paveikslai.

*Literatūra:* 3, 5, 6, 8, 10, 13, 15, 17.

### 6 tema. **Ląstelių dalijimasis**

*Trukmė* – 4 val.

Prokariotinių ląstelių dalijimasis. Ląstelės gyvenimo ciklas, jo stadijos: G<sub>1</sub>, S, G<sub>2</sub>, M.

Mitozė – eukariotinių ląstelių dalijimosi būdas. Mitozės fazės ir jų charakteristika. Gyvulinių ir augalinių ląstelių citokinezė. Mitozės vaidmuo perduodant paveldimą informaciją ir išsaugant rūšinį organizmų specifiškumą. Mitozės reguliavimas.

Endomitozė: poliploidija ir politenija.

Amitozė – tiesioginis ląstelių dalijimosi būdas. Amitozės reikšmė.

Mejozė, jos vieta gyvybiniame organizmo cikle. Mejozės stadijos ir fazės. Svarbesni procesai, vykstantys pirmoje profazėje: konjugacija, bivalentų susidarymas, krosingoveris. Mejozės tipai. Mejozės reikšmė.

*Vaizdinės priemonės:* paveikslai.

*Literatūra:* 5, 6, 8, 10, 16, 17.

### **7 tema. Medžiagų ir energijos apykaita ląstelėje**

*Trukmė – 5 val.*

Metabolizmo reakcijų tipai. Katabolizmo ir anabolizmo reakcijos, jų reikšmė ląstelės gyvybinei veiklai.

ATP gaminimosi ląstelėje būdai. Fotosintezė, jos eiga ir reikšmė. Ląstelinis kvėpavimas. Jo etapai: parengiamasis, bedeguoninis (glikolizė), deguoninis (Krebso ciklas). Energijos išeiga per šiuos etapus.

Baltymų biosintezė. Svarbesni biosintezės etapai: informacijos nurašymas ir jos perdavimas į ribosomas, amino rūgščių pernešimas ir baltymų sintezė ribosomoje.

*Vaizdinės priemonės: paveikslai.*

*Literatūra: 1, 3, 5, 13, 14.*

### **8 tema. Ląstelės fiziologija**

*Trukmė – 4 val.*

Ląstelės sekrecinis aktyvumas. Sekretų cheminės savybės. Sekretų biologinis vaidmuo. Sekrecinės ląstelės morfologija. Sekreto susidarymas ir išskyrimo būdai.

Bioelektriniai reiškiniai ląstelėje. Ramybės ir veikimo potencialas. Veiksniai, sukliantys nervinio impulso sklidimą.

Ląstelių dirglumas ir jaudrumas. Adekvatūs ir neadekvatūs dirgikliai. Sudirginimo mechanizmas. Jaudrumas.

Ląstelių judėjimas. Judėjimo rūšys. Judesius lemiančios struktūros. Citoplazminis judėjimas. Ameboidinis judėjimas. Blakstienėlių ir žiuželių sukeliama judesiai. Raumeninių ląstelių judesiai.

Ląstelių diferenciacija. Hipotezės apie diferenciaciją lemiančius mechanizmus.

Ląstelių senėjimas ir mirtis. Ląstelių struktūriniai ir biocheminiai pakitimai senstant organizmui. Ląstelės mirtis. Mirties fazės, jų požymiai. Senėjimo ir mirties reikšmė evoliucijos procesui.

*Vaizdinės priemonės: paveikslai.*

*Literatūra: 1, 3, 13, 17.*

## Citologijos laboratoriniai darbai

Eilės Nr.	Darbo tema	Apimtis (val.)	Priemonės ir medžiagos	Savarankiškas darbas	Literatūra
1	2	3	4	5	6
1.	<p>Neląsteliniai dariniai. Prokariotinių ir eukariotinių ląstelių sandara:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) viroidai ir virusai, jų sandaros ypatumai ir reprodukcija;</li> <li>2) ląstelių forma, dydis ir bendri jų sandaros principai;</li> <li>3) prokariotinės ląstelės sandaros ypatumai;</li> <li>4) prokariotinių ir eukariotinių ląstelių sandaros skirtumai ir panašumai.</li> </ol>	2	Paveikslai, atlasai, mikroskopai, objektiniai ir dengiamieji stiklėliai, svogūno epidermis, adatėlės, preparatai, atlasai	Išstudijuoti tabako mozaikos viruso ir bakteriofago sandarą bei reprodukcijos schemą; nupiešti jų vaizdą iš nuotraukos, darytos elektroniniu mikroskopu; išnagrinėti augalinės ir gyvūninės ląstelės preparatus; nupiešti mikroskopu matomą vaizdą ir palyginti su elektrograma; sudaryti prokariotinių ir eukariotinių ląstelių sandaros lyginamąją lentelę	3, 5, 6, 11
2.	<p>Citologinių ir histologinių preparatų paruošimo technika. Laikinieji preparatai:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) vandens laše;</li> <li>2) spausti;</li> <li>3) tepinėliai.</li> </ol> <p>Nuolatiniai preparatai ir pagrindiniai jų paruošimo etapai:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) medžiagos paėmimas;</li> <li>2) fiksavimas;</li> <li>3) sustandinimas;</li> <li>4) pjaustymas;</li> <li>5) dažymas;</li> <li>6) uždengimas.</li> </ol>	2	Mikrotomas, parafininiai blokai, skylėti stikliniai indeliai, objektiniai stiklėliai, dengiamieji stiklėliai, indeliai dažams, dažai, adatėlės, svogūnas, vanduo	Išstudijuoti preparatų paruošimo metodiką; paruošti svogūno vidinio lukšto preparatą; susipažinti su darbo mikrotomu metodika ir pagrindinėmis priemonėmis, kurių reikia nuolatiniams preparatams rengti; užpildyti lentelę	9, 12



3.	<p>Plazminė membrana, jos dariniai ir funkcijos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) plazminės membranos sandara;</li> <li>2) plazminės membranos pralaidumo dažams nustatymas ir fagocitozės reiškinų stebėjimas;</li> <li>3) žiuželio ir blakstienėlės ultrastruktūra.</li> </ol>	2	<p>Mikroskopai, svingūno epidermis, klumpelių kultūra, adatėlės, dažai (neutralus raudonis, metileno mėlis), NaCl, spiritinė lemputė, objektiniai ir dengiamieji stiklėliai, vata, filtrinis popierius, atlasai</p>	<p>Išstudijuoti plazminės membranos sandarą; iš atlaso nupiešti jos suformuotas struktūras ir jungtis; stebėti, kaip membrana praleidžia dažus, nupiešti mikroskopu matomą vaizdą; aprašyti fagocitozės reiškinų, stebėjimų rezultatus; išstudijuoti blakstienėlės ir žiuželio sandarą; stebėti IV preparatą ir nupiešti mikroskopu matomą vaizdą</p>	3, 5, 6, 7, 8, 13, 15, 16, 17
4.	<p>Vakuolės sistemos organoidai:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) endoplazminis tinklas;</li> <li>2) goldžio kompleksas;</li> <li>3) vakuolės;</li> <li>4) lizosomos ir mikrokūneliai.</li> </ol>	2	<p>Mikroskopai, mikroreparatai, paveikslai, atlasai</p>	<p>Išstudijuoti endoplazminio (ET) tinklo elektronogramą; nupiešti lygaus ir grūdėto ET fragmentus; stebėti IX preparatą, nupiešti mikroskopu matomą vaizdą ir palyginti jį su vaizdu elektrogramose; išstudijuoti Goldžio komplekso ir lizosomų sandarą; iš atlaso nupiešti Goldžio komplekso ir lizosomų funkcionavimo schemas; peržiūrėti mikrokūnelių elektrogramas ir nupiešti jose matomą vaizdą</p>	3, 5, 6, 8, 10, 13, 14, 15, 17

5.	Energetinės apykaitos organoidai: 1) mitochondrijų sandara ir funkcijos; 2) plastidžių sandara ir funkcijos.	2	Mikroskopai, mikropreparatai, paveikslai, atlasai	Išstudijuoti mitochondrijų sandarą; peržiūrėti VI, VII ir VIII preparatus, nupiešti mikroskopu matomą vaizdą ir palyginti jį su vaizdu elektrogramose; išstudijuoti chloroplasto ultrastruktūrą; išsiaiškinti, kas lemia mitochondrijų ir chloroplastų autonomiškumą	3, 5, 6, 10, 15, 16, 17
6.	Bemembriniai ląstelės organoidai ir citoplazmos intarpai: 1) ribosomų ultrastruktūra ir tipai; 2) filamentai ir mikrovamzdeliai; 3) centriolių ultrastruktūra; 4) intarpai.	2	Mikroskopai, mikropreparatai, paveikslai, atlasai	Išstudijuoti elektrogramas, vaizduojančias ribosomas, mikrovamzdelius, filamentus, centrioles bei intarpus; peržiūrėti jų preparatus (IV, X, XI, XII, XII, XIV, XV) ir nupiešti mikroskopu matomą vaizdą	3, 5, 6, 10, 15, 17
7.	Branduolys ir chromosomos: 1) branduolio morfologija ir ultrastruktūra; 2) chromosomų morfologija ir sandara.	2	Mikroskopai, mikropreparatai, atlasai, paveikslai	Peržiūrėti preparatus su įvairių ląstelių branduoliais bei politeninėmis chromosomomis; nupiešti mikroskopu matomą vaizdą; išstudijuoti elektrogramas, vaizduojančias branduolio, apvalkalo porų, chromosomų ultrastruktūrą	3, 5, 6, 8, 10, 14, 15, 17

8.	Ląstelių dalijimasis: 1) mitozė augalinėje ir gyvulinėje ląstelėje; 2) amitozė atskiruose ląstelių tipuose; 3) mejozė. Pirmojo ir antrojo dalijimosi ypatumai. Pirmojo dalijimosi profazės fazių charakteristika.	2	Mikroskopai, mikropreparatai, paveikslai, nuotraukos, atlasai	Išstudijuoti mitozės ir amitozės preparatus; nupiešti mikroskopu matomą vaizdą; nupiešti mejozės schemą; sudaryti mitozės ir mejozės lyginamąją lentelę	3, 5, 8, 10, 15, 16, 17
----	--	---	---	---	-------------------------

Studentai atsiskaito gindami laboratorinius darbus.

### Savarankiškas darbas

1. Literatūros studijavimas ..... 12 val.
  2. Pasirengimas ginti darbus ..... 20 val.
- Iš viso 32 val.

### Studijų rezultatų vertinimas

$$P_s = P_1k_1 + P_2k_2 + P_3k_3,$$

čia:  $P_s$  – bendras pažymys balais;  $P_1$  – pažymys balais už dalyvavimą paskaitose;  $k_1$  – dalyvavimo paskaitose vertinimo koeficientas (0,2);  $P_2$  – pažymio už laboratorinius darbus vidurkis;  $k_2$  – laboratorinių darbų vertinimo koeficientas (0,4);  $P_3$  – dviejų kolokvių vertinimo balais vidurkis;  $k_3$  – kolokviumo vertinimo koeficientas (0,4).

## Literatūra

1. Bluzmanas P., Ragavičius A. Augalinės ląstelės biochemija ir fiziologija // Augalų fiziologija. – Vilnius, 1990.
2. Gailiūnienė A. Biochemija. – Kaunas, 1999.
3. Giunteris E. ir kt. Biologijos pagrindai. – Vilnius, 1987, p. 36–237.
4. Kleinsmith L. J. and Kish V. M. Principles of cell and molecular biology. 2 ded. – New York, 1995.
5. Šylvia S. Mader. Biologija. – Vilnius, 1999, p. 19–172.
6. Želnienė R. Ląstelės biologija. – Kaunas, 1994.
7. Атабекова А. И., Устинова Е. И. Цитология растений. – Москва, 1987.
8. Афанасьева Ю. И. Гистология. – Москва, 1989. – 84 с.
9. Афанасьева Ю. И. и др. Лабораторные занятия по курсу гистологии, цитологии и эмбриологии. – Москва, 1990. – 49 с.
10. Заварзин А., Харазова А. Д. Основы общей цитологии. – Ленинград, 1982. – 236 с.
11. Загула Д. Т., Мамедова С. А. Вирус – друг или враг. – Москва, 1981. – 127 с.
12. Кацнельсон З. С., Рихтер И. Д. Практикум по цитологии, гистологии и эмбриологии. – Ленинград, 1979.
13. Кемп П., Армс К. Введение в биологию. – Москва, 1988, с. 22–232.
14. Кристиан де Дюв. Путешествие в мир живой клетки. – Москва, 1987. – 255 с.
15. Ролан Ж. К. и др. Атлас по биологии клетки. – Москва, 1978. – 118 с.
16. Хэм А., Кормак Д. Гистология. – Москва, 1982.
17. Ченцов Ю. С. Общая цитология. – Москва, 1984. – 345 с.