

## STUDIJŲ DALYKO/MODULIO APRAŠAS

Kodas	Apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
BCH8001	6	VDU	Gamtos mokslų	Biochemijos

### Studijų dalyko pavadinimas lietuvių kalba

Biochemija

Studijų dalyko pavadinimas anglų kalba

Biochemistry

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1,7
Konsultacijos	
Seminarai	0,55
Individualus darbas	3,75

### Anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų kursų doktorantams, siekiantiems gilinti bendrosios biochemijos žinias, būtinas biomedicinos ir biotechnologijos studijoms. Dalyko turinys skirtas perteikti žinias apie gyvų sistemų funkcionavimo dėsninumus, fermentų veikimo mechanizmą ir kinetiką, biologinių membranų sandus ir jų funkcijas, pagrindinius medžiagų apykaitos kelius ir jų erdvėsryšį ląstelėje, gyvų sistemų funkcionavimo dėsninumus. Derinant teorines ir praktines žinias diegti problemų sprendimo įgūdžius.

### Anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The aim of course is to deepen 1<sup>st</sup> or 2<sup>nd</sup> year doctoral student's knowledge in biochemistry which are necessary for biomedical and biotechnology studies. The course provides knowledge about functioning patterns of living systems, enzyme kinetics and mechanism of their action, components of biological membranes and their functions, the main metabolic pathways and their compartmentation in cell. The combination of theoretical and practical knowledge inculcate a problem-solving skills

### Dalyko poreikis bei aktualumas

Biochemijos srities doktorantai turi gerai suprasti gyvuosiuose organizmuose vykstančius medžiagų apykaitos procesus, žinoti tų procesų mechanizmus ir veiksnius nulemiančius tam tikrų medžiagų metabolinius virsmus, suprasti jų reguliaciją. Ši programa aktuali, nes VDU biochemijos doktorantūros studijas renkasi ne tik biochemijos magistrai bet ir Molekulinės biologijos bei biotechnologijos magistrai., kurie biochemiją studijavo tik vieną semestrą ir ir neturi gilių žinių, kad galėtų lengvai interpretuoti mokslinių darbų rezultatus, racionaliai pasirinkti moksliniam darbui tinkamiausius metodus. Be to šioje programoje didelis dėmesys yra skiriamas augaluose vykstančių biocheminių procesų studijoms, gilinamas suvokimas apie biocheminius virsmus ne tik prokariotinėse ar gyvūnų ląstelėse bet ir apie augaluose vykstančių reakcijų biocheminius mechanizmus. Ši programa galėtų padėti doktorantams užpildyti biochemijos ir augalų biochemijos žinių spragas.

### Dalyko tikslai

Programos tikslas pagilinti žinias apie ląstelėse vykstančius biocheminius procesus bei jų reguliaciją, įgyti žinių apie specifinius augaluose vykstančius biocheminius procesus.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

- I. **Įvadas.** Biochemija - mokslas apie medžiagas, įeinančias į gyvų organizmų sudėtį ir apie jų kitimus. Gyvų sistemų sudėties ir funkcionavimo principai. Biochemijos istorija.
- II. **Pagrindinės gamtinės medžiagos.** Biologiškai svarbios vandens savybės. Pagrindinės biologinių organinių molekulių klasės, jų struktūra ir biologinis vaidmuo.
- III. **Baltymai.** Aminorūgštys, jų klasifikacija, fizinės ir cheminės savybės. Nestandartinės aminorūgštys. Baltymai: biologinė jų funkcija, polipeptidinė grandinė - struktūrinės organizacijos pagrindas. Baltymų antrinė, tretinė ir ketvirtinė struktūros. Molekuliniai šaperonai. Fibriliniai baltymai, jų struktūra, funkcijos. Baltyminiai kompleksai.
- IV. **Fermentai.** Fermentų nomenklatūra ir klasifikacija. Fermentinės katalizės esmė. Fermentinių reakcijų kinetika. Fermentinių reakcijų slopinkliai. Kofaktoriai. Fermento aktyvus centras, fermentų veikimo mechanizmas. Fermentų veikimo reguliacija. Fermentai ląstelėje.
- V. **Nukleorūgštys.** DNR ir RNR struktūra, funkcijos. Nukleorūgštys - ląstelės genetinė medžiaga.

DNR biosintezė. RNR biosintezė. Baltymų biosintezė.

- VI. **Angliavandeniai**, jų biologinis vaidmuo, klasifikacija, nomenklatūra. Monosacharidų, oligosacharidų, polisacharidų struktūra ir funkcijos. Glikoproteinai ir glikolipidai, proteoglikanai.
- VII. **Lipidai**, jų biologinis vaidmuo. Lipidų struktūra ir klasifikacija. Riebalų rūgštys, Riebalai (trigliceridai). Nesočiųjų riebalų rūgščių kiekis riebaluose. Jodo skaičius. Vaškai. Fosfolipidai. Steroidai (cholesterolis, augalų seroliai). Riebaluose tirpūs pigmentai (karotinoidai, liuteinas, chlorofilai), jų cheminė struktūra ir savybės. Biologinių membranų struktūra, medžiagų transporto per biologines membranas principai.
- VIII. **Bendra metabolizmo charakteristika**. Maisto medžiagos - organizmo energijos šaltinis. Makroerginiai junginiai, jų vaidmuo ląstelės energetinėje apykaitoje. Gyvų organizmų termodinamika.
- IX. **Anaerobinis ir aerobinis angliavandenių skilimas**. Glikolizė. Spiritinis ir pieno rūgšties rūgimas. Glikogeno metabolizmas ir jo reguliacija. Piruvatdehidrogenazinis kompleksas. Trikarboksirūgščių ciklas, jo reguliacija. Trikarboksirūgščių ciklo fermentai, jų vieta ląstelėje. Glioksilato ciklas augaluose.
- X. **Energijos transformacija biomembranose**. Oksidacinis fosforilinimas. ATP sintezė. Aerobinio ir anaerobinio angliavandenių skaldymo energetinė charakteristika. Kvėpavimo grandinės sandų slopikliai. Augalų mitochondrijų rotenonui nejautri NAD(P)H dehidrogenazė bei cianidui nejautri oksidazė. Mitochondrijų kvėpavimo reguliacija. Angliavandenių skaldymo energetinė charakteristika
- XI. **Biosintetiniai procesai**. Pentozinis ciklas ir jo svarba organizmo biosintetinei veiklai. Gliukoneogenezė. Glikogeno sintezė. Fotosintezė. Šviesą sugaunanti antena, fotosintetiniai reakcijos centrai. Ciklinis ir neciklinis elektronų pernešimo kelias. Kalvino ciklas. Fotokvėpavimas. C<sub>4</sub> augalai. Sacharozės ir krakmolo biosintezė. Fotosintezė be chlorofilo. Rodopsino vaidmuo regėjimo procese. Reaktyvių deguonies formų vaidmuo ląstelės metabolizme.
- XII. **Baltymų apykaita**. Baltymų fermentinė hidrolizė. Proteolitiniai fermentai, jų specifiškumas, aktyvacija. Lizosomos ir citozolinis baltymų skaidymas, 26S proteosoma. Amino rūgščių skilimo ir sintezės keliai organizme. Peramininimo reakcijų mechanizmas ir biologinis vaidmuo. Amino rūgščių oksidacinis deamininimas glutamato dehidrogenazės reikšmė. Amoniakos pašalinimo iš organizmo keliai, šlapalo biosintezė. Amino rūgščių apykaitos reguliacija. Azoto fiksacijos mechanizmas, pagrindiniai augalų azoto šaltiniai - amoniakas jo įsisavinimas, nitratų ir nitritų redukcija. Amino rūgščių sintezė.
- XIII. **Lipidų metabolizmas**. Lipidų virškinimas, absorbcija ir pernešimas. Riebalų rūgščių oksidacija, nesočiųjų riebalų rūgščių, ilgos grandinės ir riebalų rūgščių su šakota grandine skaidymas. Peroksisominė riebalų rūgščių oksidacija. Ketoninių medžiagų susidarymas ir oksidacija. Riebalų rūgščių sintezė. Riebalų rūgščių ilginimas ir nesočiųjų riebalų rūgščių susidarymas. Triacilglicerolių sintezė. Cholesterolio sintezės ir metabolizmas, jo apykaitos reguliacija. Cholesterolio šalinimas.
- XIV. **Nukleorūgščių metabolizmas**. Purino ir pirimidino ribonukleotidų sintezė. Deoksiribonukleotidų susidarymas. Nukleotidų degradacija.
- XV. **Organizmo medžiagų apykaitos vieningumas**. Ryšis tarp angliavandenių, baltymų ir riebalų apykaitos. Hormonų vaidmuo medžiagų apykaitos reguliacijoje. Signalo perdavimo keliai ląstelėje. Biocheminių procesų erdvinis atskyrimas ląstelėje.

#### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato (parengta studijų dalyko temos literatūros apžvalga) - 75%; ir egzamino – 25%; arba - teminio seminaro (studijų dalyko programos temos žodinio pristatymo) – 70% ir egzamino – 30%.

#### Pagrindinė literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1	Garrett R.H., Grisham C.M. Biochemistry. International Student Edition, Thomson Learning, 2005.

2.	Bob B. Buchanan, Wilhelm Gruissem, Russell L. Jones. Biochemistry and molecular biology of plants. American Society of plant biologists, 2009.
3.	Voet J.G., Voet C.W. Fundamentals of Biochemistry. Second edition, John Wiley & Sons, Ltd Printed in the USA, 2006

**Papildoma literatūra**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.</b>
1	Jurgis Kadziauskas. Biochemijos pagrindai. Vilniaus universiteto leidykla, 2012.
2.	Thomas M. Devlin Texbook of biochemistry with clinical corelations. John Wiley & Sons, 2010.

**Studijų dalyko/modulio rengėjai/dėstytojai**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Vardas, pavardė</b>	<b>Institucija</b>	<b>Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis</b>	<b>Elektroninio pašto adresas</b>
1.	Zita Naučienė	VDU	doc., dr.	z.nauciene@gmf.vdu.lt
2.	Vida Mildažienė	VDU	prof., habil. dr.,	v.mildaziene@bs.vdu.lt
2.	Rimas Daugelavičius	VDU	prof., habil. dr.,	r.daugelavicius@gmf.vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO/MODULIO APRAŠAS

Kodas	Apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
BCH8002	6	VDU	GMF	<b>Biochemijos</b>

### Studijų dalyko pavadinimas lietuvių kalba

Molekulinė ląstelės biologija

### Studijų dalyko pavadinimas anglų kalba

Molecular cell biology

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1,7
Konsultacijos	
Seminarai	0,55
Individualus darbas	3,75

### Anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalyko turinys skirtas perteikti naujausias žinias apie ląstelių evoliuciją, struktūrą, veikimo principus, ląstelės savitų vidinių sistemų integravimą, šiuos procesus susiejant ne tik su svarbiausiais molekulinio ir viršmolekulinio lygmens vyksmais, bet ir su organizmų normalaus funkcionavimo sąlygomis, patologinių būsenų geneze ir praktinio taikymo biotechnologijai ir biomedicinai galimybėmis. Siekiama derinti teorines ir praktines žinias bei diegti problemų sprendimo įgūdžius.

### Anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The topics of the course are selected to achieve the following objectives: to provide current knowledge on evolution, structure and function, specialization and integration of cellular systems uncovering mechanisms and processes that occur on molecular and supramolecular level and also to unravel the importance of cellular processes in ensuring the normal functioning of organisms, causing pathogenesis and providing basis for practical applications in biotechnology and biomedicine. The course is based on combination of theoretical and practical knowledge and the development of skills for problem solving.

### Dalyko poreikis bei aktualumas

Molekulinė ląstelės biologija yra mokslas, sudarantis esminį žinių pagrindą daugeliui šiuolaikinės biochemijos, biotechnologijos ir biomedicinos tyrimų tematikų. Šiuolaikinė biochemija tapo neatsiejama sistemų biologijos dalimi, nes biocheminiai ir kiti molekuliniai vyksmai (medžiagų apykaita, biokatalizė, paveldimos informacijos perdavimo sistemų veikla, signalų receptijos ir atsako į juos sistemos) yra realizuojami konkrečių ląstelių gyvybinės veiklos kontekste. Biocheminės žinios (molekulinis struktūrinės organizacijos lygmuo) įprasminamos molekulinės ląstelės biologijos (ląstelių bei specializuotų audinių) lygmens sistemose, savo ruožtu, žinios apie ląstelių molekulinis ir viršmolekulinis vyksmus būtinos suvokti aukštesnių hierarchinių biologinių sistemų lygmenų (organizmo organų ir organizmų) funkcionavimo dėsninumus prokariotų ir eukariotų organizmuose. Dalyko studijos užtikrina naujausias žinias apie universalios gyvų organizmų struktūros vieneto – ląstelės sudėtį, vidines jos struktūras ir integruotą gyvybinės veiklos vyksmų visumą.

### Dalyko tikslai

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų kursų doktorantams, siekiantiems gilinti molekulinės ląstelės biologijos žinias, būtinas biomedicinos, biotechnologijos ir biochemijos studijoms.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

I tema. *Ląstelės teorija. Ląstelių savybės, tipai, jų evoliucija ir tyrimo metodai. Eukariotinių ląstelių organelės, jų funkcijos ir biogenezė.* Šioje temoje pristatoma Molekulinės ląstelės biologijos vieta gyvybės mokslų sistemoje, pateikamas dalyko įvadas, patikslinamos svarbiausios sąvokos, atnaujinama informacija apie tyrimo metodus.

II tema. *Biomolekulės. Citoplazma ir citozolis. Plazminė membrana. Membranų pernaša. Endo- ir egzocitozės molekuliniai mechanizmai.* Nagrinėjamos universalios, visoms ląstelėms būdingos biomolekulės ir iš jų sudarytos visoms ląstelėms būdingos dalys, jų sudėties ypatumai ir funkcijos. Membranų pernašos molekuliniai mechanizmai ir pūslelių pernaša – svarbūs ląstelių vidinės aplinkos homeostazę ir sąveiką su išorine aplinka užtikrinantys mechanizmai.

III tema. *Baltymų sintezės mechanizmas ir jo valdymas. Baltymų rūšiavimas, skirstymas, modifikavimas ir nutaikymas. Molekuliniai šaperonai.* Šioje temoje aptariama vienos iš svarbiausių biomolekulių grupės – baltymų biogenezė, jų skirstymas ir biologinių funkcijų užtikrinimo sistema eukariotinėse ląstelėse.

IV tema. *Ląstelės griaučiai. Ląstelių judėjimas.* Šioje temoje apžvelgiami ląstelės griaučių elementai, jų sudėtis, struktūra, dinamika, sąveikos su kitomis molekulėmis ir struktūromis, dauginių jų funkcijų visuma ir galimi funkcijų sutrikimų padariniai. Pateikiama naujausia informacija apie ameboidinį judėjimą, universalią aksonomos struktūrą, žiuželių ir blakstienėlių judėjimą.

V tema. *Branduolys ir jo sąveika su kita ląstelės dalimi*. Ląstelės genetinė programa ir jos realizavimo ir apsaugos mechanizmai. Nagrinėjama branduolio genetinės medžiagos organizacija, jos struktūros dinamika, pateikiama informacija apie branduolio apvalkalo struktūrą, genetinės ląstelės programos realizavimui svarbią biomolekulių pernašą ir jos valdymą.

VI tema *Endoplazminis tinklas ir Goldžio kompleksas*. Aptariamos dvi svarbios eukariotinės ląstelės endomembraninės sistemos dalys: endoplazminio tinklo ir Goldžio komplekso struktūra, savitas fermentines baltymų modifikacijos ir skirstymo sistemos, kitas svarbias funkcijas, šių organelių biologinė svarba užtikrinant normalų ląstelių funkcionavimą.

VII tema *Lizosomos. Ubikvitino/26S proteosomos sistema. Autofagija*. Lyginamos viduląstelinio virškinimo sistemos, kiekvienos jų ypatumai, struktūra ir funkcijos, išryškinant savitosios 26S proteosomos biologinę svarbą. Aptariamos naujausios žinios apie autofagijos funkcijas ir jos valdymui svarbias biomolekules.

VIII Peroksisomos. Mitochondrijos, jų DNR struktūra ir paveldimumas. Detaliai aptariama peroksisomų struktūra ir jų funkcijos gyvūnų ir augalų ląstelėse, peroksisomų baltymų biogeneze ir pernaša. Nagrinėjama mitochondrijų struktūra ir svarbiausios funkcijos, aptariamas jų genetinis autonomiškumas, MtDNR paveldimumo ypatumai, mitochondrijų baltymų biogeneze ir pernašos sistemos veikla.

IX tema. *Augalų ląstelių ypatybės*. Aptariami augalų ląstelių išskirtiniai ypatumai: augalo sienelės struktūra ir jos funkcijos užtikrinant sąveikas su kitomis ląstelėmis ir aplinka, augalų mitybą ir augimą; Vakuolių struktūra ir funkcijos, plastidžių atmainos, jų svarba, išskirtiniai baltymų pernašos į chloroplastus ypatumai.

X tema. *Tarpląsteliniai ryšiai. Tarpląstelinis užpildas*. Ląstelių tarpusavio sąveikos molekulinės sistemos, jų įvairovė. Tarpląstelinis užpildas ir ląstelių organizavimas į audinius gyvūnų ir augalų organizmuose.

XI tema *Ląstelės ciklas*. Praplečiamos žinios apie ląstelės ciklo atmainas ir etapus, jų morfologinius požymius, akcentuojamas ląstelės ciklo valdymo sudėtingumas ir išskirtinė svarba, aptariami svarbiausi su tuo susiję genai, ląstelės ciklo sutrikimo padariniai.

XII tema. *Apoptozė*. Pateikiamos naujausios žinios apie programuojamos ląstelės mirties mechanizmą, jo biologines funkcijas ir valdymą. Aptariama apoptozės ir jos valdymo sistemos sutrikimų svarba įvairių ligų patogenezei.

XIII tema. *Signalų perdavimas*. Nagrinėjamos dauginės ląstelių sąveikos su aplinka molekulinės sistemos, signalų receptijos struktūros, signalo perdavimą ir atsaką lemiančios viduląstelinės sistemos (baltymų kinazių kaskados,  $Ca^{2+}$ , cAMP, cGMP ir kitų signalo siuntiklių veiklą lemiančios molekulinės sistemos). Esminiai nervinio impulso perdavimo procesai.

XIV tema. *Oksidacinis stresas ir senėjimas*. Nagrinėjamos laisvųjų deguonies radikalų ir kitų panašių molekulių (azoto, sieros, lipidų radikalų) susidarymą ląstelėse lemiančios sistemos ir jų biologinės funkcijos. Oksidacinis stresas ir jo įtaka ląstelės biomolekulėms ir procesams, sukeliama senėjimo reiškiniai, svarbiausios antioksidacinės apsaugos sistemos gyvūnų ir augalų ląstelėse.

XV tema. *Kamieninės ląstelės. Vėžinė ląstelių transformacija*. Pateikiamos ląstelių diferenciaciją apibūdinančios sąvokos, nagrinėjama kamieninių ląstelių biologinė svarba ir jų taikymo potencialas. Pateikiamos šiuolaikinės žinios apie ląstelių transformacijos ligas (vėžiniai susirgimai), jų heterogeniškumo priežastis, diagnostikos ir terapijos technologijų pažangą.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš:

referato (parengta studijų dalyko temos literatūros apžvalga) - 75% ir egzamino – 75%; arba teminio seminaro (studijų dalyko programos temos žodinio pristatymo) 70% ir egzamino – 30%.

### Pagrindinė literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1	V.Mildažienė, S. Rudaitienė, R. Daugelavičius. Ląstelės biologija, VDU leidykla, 2004.
2	G.Karp. Cell and Molecular Biology: Concepts and Experiments, Willey, 2013.
3	B. Alberts, D. Bray, K. Hopkin, A.D. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter. Essential Cell Biology, Garland Science, 2013
4	D. P. Clark, N. J. Pazdernik Molecular Biology, Elsevier, 2012.
5	H. Lodish, A.Berk, C.A. Kaiser, M. Krieger, A. Bretscher, H. Ploegh, A. Amon, M.P. Scott. Molecular Cell Biology, 7th ed., Freeman, 2012.

### Papildoma literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1	M. Becker, J.B. Reece, M.F. Poenie. The world of the cell. The Benjamin/Cummings Publishing Company. 2008.

2	Mokslinių straipsnių apžvalgos
---	--------------------------------

**Studijų dalyko/modulio rengėjai/dėstytojai**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Vardas, pavardė</b>	<b>Institucija</b>	<b>Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis</b>	<b>Elektroninio pašto adresas</b>
1	Vida Mildažienė	VDU	Prof. habil.dr.	v.mildaziene@bs.vdu.lt
2	Rimantas Daugelavičius	VDU	Prof. habil.dr.	r.daugelavicius@gmf.vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO/MODULIO APRAŠAS

Kodas	Apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
BCH8003	6	VDU	GMF	Biochemijos

### Studijų dalyko pavadinimas lietuvių kalba

Bioenergetika ir membranų biologija

### Studijų dalyko pavadinimas anglų kalba

Bioenergetics and membrane biology

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1,7
Konsultacijos	0,55
Seminarai	
Individualus darbas	3,75

### Anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų metų doktorantams, siekiantiems gilinti žinias biologinių membranų ir bioenergetikos srityse, kurios yra būtinos biomedicinos, biotechnologijų, molekulinės mikrobiologijos studijoms. Dalyko turinys orientuotas į ląstelės energijos apykaitos, kaupimo bei transformacijos, membranų ir bioenergetikos tyrimo metodų esminį supratimą. To siekiama derinant teorines ir praktines žinias bei diegiant problemų sprendimo įgūdžius. Perteikiamas termodinamikos principų veikimo biologinėse sistemose suvokimas, detaliai nagrinėjama biologinių membranų sudėtis ir savybės, jų įvairovė. Analizuojami ATP sintezės molekuliniai mechanizmai, metabolitų pernaša ir kaupimas, organizmų termoreguliacijos ir ląstelių "motorų" darbo principai, membraninių kanalų veikimo mechanizmai.

### Anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The aim of course is to deepen 1<sup>st</sup> - 2<sup>nd</sup> year doctoral student's knowledge in biological membranes and bioenergetics, that is required for studies of biomedicine, biotechnologies, molecular microbiology. The topics of the course are selected to achieve the following objectives: to introduce and to explain the basic concepts in structure and functions of biological membranes as well as bioenergetics, to understand how principles of thermodynamics are applied for living systems, to gain insight about the main laws of cellular energy metabolism, storage and transformation. The molecular mechanisms of ATP synthesis, metabolite transport, thermoregulation, function of cellular motors and membrane channels are considered. The course is based on combination of theoretical and practical knowledge and the development of skills for problem solving.

### Dalyko poreikis bei aktualumas

Žinios apie biologines membranas ir bioenergetiką yra svarbi norint suprasti daugelį šiuolaikinės biochemijos, biotechnologijos ir biomedicinos tyrimų tematikų. Bioenergetika yra neatsiejama šiuolaikinės biochemijos dalis, nes biocheminiai ir kiti molekuliniai vyksmai (medžiagų apykaita, biokatalizė, paveldimos informacijos perdavimo sistemų veikla, signalų receptijos ir atsako į juos sistemos) reikalauja aprūpinimo energija, šiuose procesuose dalyvauja biologinės membranos. Žinios apie biologines membranas ir bioenergetiką įprasminamos molekulinės ląstelės biologijos sistemose, yra būtinos norint suvokti prokariotinių ir eukariotinių organizmų funkcionavimo dėsningumus. Dalyko studijos užtikrina naujausias žinias apie membranų sudėtį ir sąvybes, integruoja gyvybinės veiklos vyksmų visumą.

### Dalyko tikslai

Šio kurso tikslas yra supažindinti doktorantus su biologinių membranų struktūros ir funkcijų fundamentiniais aspektais, su energijos transformavimo gyvuose organizmuose molekuliniais mechanizmais, pabrėžiant šiuolaikinių tyrimo metodų taikymą šioje srityje.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

1. Termodinaminiai biologinių sistemų veikimo principai.. Laisvoji energija, oksidacijos ir redukcijos potencialas.
2. Katabolizmas ir anabolizmas. Makroerginiai junginiai.
3. Membranų biologinė svarba, struktūra ir funkcijos. Takios mozaikinės membranos modelis. Membranų lipidai, svarbiausios jų klasės ir funkcijos.
4. Membranų fizikinės savybės, lipidų polimorfizmas. Dirbtinės ir biologinės membranos.
5. Pasyvios ir aktyvios medžiagų pernašos per membranas mechanizmai. Membranų struktūros ir pernašos per membranas tyrimo metodai.
6. Membranų proteomika. Membranų biogenezė. Membranų oksidaciniai pažeidimai.
7. Membranų susiliejimo molekuliniai mechanizmai. Vezikulinė pernaša
8. Membranos ir signalo perdavimas. Nervinio impulso perdavimas.
9. Energiją transformuojančios membraninės struktūros. Chemioosmozinė teorija. Elektrocheminis vandenilio jonų gradientas ir protonovaros jėga.

10. Pirminiai ir antriniai protonovaros jėgos generatoriai. Protonovaros jėgos panaudojimas cheminiam darbui.
11. Oksidacinis fosforilinimas. Membraninių pernašos procesų termodinamika. Osmozinis darbas.
12. Elektrocheminio vandenilio jonų gradiento reguliacija.  $\Delta\Psi$  ir  $\Delta pH$  tarpusavio virsmai. Elektrocheminis gradientas kaip mechaninio darbo varomoji jėga. Fotosintezė.
13. Raumens susitraukimo molekulinis mechanizmas. Mikrotubuliniai varikliai
14. Šilumos gamyba ir termoreguliacija ląstelėje.  $Na^+$  pasaulis.
15. Metodai membranų ir bioenergetikos tyrimuose

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato (parengta studijų dalyko temos literatūros apžvalga) -25%; ir egzamino – 75%; arba - teminio seminaro (studijų dalyko programos temos žodinio pristatymo) – 50% ir egzamino – 50%.

### Pagrindinė literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1.	V.Mildažienė. Membranų ir bioenergetikos kurso paskaitų konspektai, 2007.
2.	R. Daugelavičius. Ląstelės molekulinė energetika (mokomoji knyga) Kaunas: Technologija, 2008, 152 p., iliustr.
3.	D.G.Nicholls, S.J. Ferguson. Bionergetics 4, Academic Press Inc, San Diego CA, 2013.
4.	The structure of biological membranes. Ed. P.L.Yeagle, CRC Press, 2005.

### Papildoma literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1.	Skulachev, V.P.. Membrane Bioenergetics. Springer Verlag, 1996.
2.	Garby, L., Larsen, P. S.. Bioenergetics. Cambridge University Press, 1995
3.	W.A. Cramer, D.B. Knaff. Energy transduction in biological membranes. Textbook of Bioenergetics. Springer-Verlag, 1991
4.	Haynie, D.T. Biological thermodynamics, Cambridge University Press, 2001
5.	<a href="http://www.samford.edu/schools/education/essm/PHED473/Bioenergetics/sld001.htm">http://www.samford.edu/schools/education/essm/PHED473/Bioenergetics/sld001.htm</a>
6.	<a href="http://www.bmb.leeds.ac.uk/illingworth/oxphos/">http://www.bmb.leeds.ac.uk/illingworth/oxphos/</a>
7.	<a href="http://www.biophysics.org/btol/bioenerg.html">http://www.biophysics.org/btol/bioenerg.html</a>
8.	<a href="http://members.tripod.com/mitoart/database/index/i-bioenr.htm">http://members.tripod.com/mitoart/database/index/i-bioenr.htm</a>

### Studijų dalyko/modulio rengėjai/dėstytojai

Eil. Nr.	Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
1.	Rimantas Daugelavičius	VDU	prof. dr.	r.daugelavicius@gmf.vdu.lt
2.	Vida Mildažienė	VDU	prof. habil. dr.	v.mildaziene@bs.vdu.lt



## STUDIJŲ DALYKO/MODULIO APRAŠAS

Kodas	Apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
BCH8004	6	VDU	GMF	Biochemijos

### Studijų dalyko pavadinimas lietuvių kalba

Biotechnologija ir genų inžinerija

### Studijų dalyko pavadinimas anglų kalba

Biotechnology and genetic engineering

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1,7
Konsultacijos	
Seminarai	0,55
Individualus darbas	3,75

### Anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas perteikti doktorantams biotechnologijos mokslo principus, mikrobiologinių bei eukariotinių ląstelių ir audinių, rekombinantinės DNR bei genų inžinerijos taikymo žinias. Bus pristatyti medicininės, pramoninės, žemės ūkio ir aplinkosauginės biotechnologijos sričių pasiekimai. Bus aptarti biotechnologinių produktų saugumo ir etiniai klausimai svarbūs biotechnologijos tyrimams ir taikymui.

### Anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

During the course, students will be introduced to principles of biotechnology, processes involving microbial, eukaryotic cells and tissue culture, use of recombinant DNA and genetic engineering. Developments in medical, industrial, agricultural and environmental biotechnological applications will be reviewed. Safety of biotechnological products and ethical issues important for biotechnology research and applications will be discussed.

### Dalyko poreikis bei aktualumas

Žinios apie audinių ir ląstelių kultūras, molekulinės biotechnologijos ir genų inžinerijos metodus, būtinos daugeliui šiuolaikinės biotechnologijos ir biomedicinos tyrimų tematikų ir biotechnologijos pramonėje. Biotechnologija yra viena iš sparčiausiai plėtojamų mokslo ir pramonės sričių. Tradiciniai biotechnologijos procesai ir metodai suteikia galimybę panaudoti biologinius procesus naujų medžiagų sintezei. Rekombinantinės DNR ir genų inžinerijos metodai atveria naujas galimybes tiek moksliniams tyrimams, tiek it medicinos ar pramonės biotechnologijos srityje. Kursas supažindina tiek su tradicinės biotechnologijos pasiekimais, tiek suteikia žinių apie molekulinės biotechnologijos problemų sprendimą pasitelkus modernius molekulinės biologijos ir genų inžinerijos metodus. Aptariami etiniai biotechnologijos tyrimuose ir taikyme kylantys klausimai ir produktų komercializacijos pagrindai.

### Dalyko tikslai

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų kursų doktorantams supažindinti su biotechnologijos mokslo pasiekimais ir suteikti pagrindines genų inžinerijos žinias.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

I tema. *Biotechnologijos istorija, sąvokos ir principai*. Įvadinė kurso tema skirta apžvelgti biotechnologijos istorinę raidą ir mokslo atradimus svarbius biotechnologijos mokslo pasiekimams, apibrėžti svarbiausias biotechnologijos sąvokas ir atnaujinti žiniams apie biotechnologijos mokslo klasifikaciją, tarpdisciplininį pobūdį ir taikymo sritis.

II tema. *Ląstelių ir audinių kultūrų paruošimas ir auginimas. Ląstelių metabolizmo principai ir augimo parametru nustatymas*. Tema pristato ląstelių ir audinių kultūrų izoliavimo ir auginimo *in vitro* metodologiją ir problemas. Aptariamas prokariokų auginimas, gyvūnų ir augalų ląstelių kultūrų auginimas *in vitro*. Atnaujinamos žinios apie ląstelių metabolizmo principus svarbius ląstelių augimui, pirminio ir antrinio metabolizmo produktų sintezei. Apžvelgiami ląstelių augimo parametrai ir antrinių metabolizmo produktų gamybos procesai.

III tema. *Bioprocetas. Bioreaktoriai ir fermentacija*. Šia tema aptariamos bioproceso sąvokos ir etapai – pirminis etapas, fermentacija bei biotransformacija ir baigiamasis etapas. Apžvelgiami nauji bioreaktorių technologijų pasiekimai ir fermentacijos bei biotransformacijos produktų gryninimo technologijos.

IV tema. *Genomų bibliotekos, sekoskaita ir molekuliniai žymekliai*. Atnaujinamos žinios apie genomo bibliotekų kūrimą ir molekulinį žymeklių taikymą. Pristatomi naujaisi DNR sekoskaitos metodai ir modernios molekulinis žymeklių technologijos.

V tema. *Molekulinė biotechnologija ir geninės manipuliacijos*. Šioje temoje apžvelgiami molekulinės biotechnologijos ir genų inžinerijos sąvokos, metodai. Analizuojamos rekombinantinės DNR technologijų panaudojimo galimybės.

VI tema. *Genų klonavimas*. Atnaujinamos žinios apie genų klonavimo ir rekombinantinės DNR kūrimo

principus ir metodus. Apžvelgiami naujausi rDNR kūrimo metodai ir genų inžinerijos taikymo galimybės gyvūnų ir augalų ląstelių genetinei transformacijai. Transgeninių gyvūnų ir augalų panaudojimas moksliniams tyrimams.

VII tema. *Baltymų inžinerija*. Apžvelgiami rDNR technologijų panaudojimo baltymų inžinerijai principai ir pagrindiniai metodai. Analizuojamas naujų šios srities pasiekimų taikymas moksliniams tyrimams, farmacijos pramonėje, medicinoje.

VIII tema. *Bioinformatikos metodai biotechnologijoje*. Pateikama informacija apie duomenų bazių panaudojimą duomenų saugojimui ir biotechnologijos tyrimams. DNR ir baltymų sekų analizės įrankiai, *in silico* genų anotacija.

IX tema. *Medicinos biotechnologija*. Aptariama biotechnologijos taikymo medicinoje sritys ir naujausi pasiekimai. Molekulinė medicina - genetinių ligų diagnostika. Genų terapija. Farmakogenomika. Atstatomoji medicina - kamieninės ląstelės ir audinių inžinerija.

X tema. *rDNR technologijų taikymas farmacijos pramonėje*. Apibendrinama naujausia informacija apie farmacijai skirtų rekombinantinių baltymų taikymą ir gamybos technologijas.

XI tema. *Pramonės biotechnologija*. Praplečiamos žinios apie pramoninės biotechnologijos pasiekimus: baltymų ir fermentų gamybą, aminorūgščių ir organinių rūgščių gamybos technologijas. Analizuojamos augalų antrinių metabolitų gamybos procesų kūrimo galimybės. Biosensorių taikymas gamybos procese.

XII tema. *Biotechnologijos maisto pramonėje*. Fermentacija ir molekulinės biotechnologijos šių dienų maisto pramonėje.

XIII tema. *Žemės ūkio biotechnologija*. Nagrinėjamos molekulinų žymeklių ir genomo duomenų taikymas gyvūnų ir augalų selekcijai ir genų inžinerijos taikymas. Genetiškai modifikuoti organizmai.

XIV tema. *Aplinkos biotechnologija*. Pateikama naujausia informacija apie mikroorganizmų ir augalų taikyma bioremediacijai.

XV tema. *Biotechnologijos etiniai klausimai ir produktų komercializacija*. Nagrinėjami etiniai klausimai susiję su biotechnologijos moksliniais tyrimais ir taikymu medicinoje, pramonėje ir žemės ūkyje. Aptariami biotechnologijos produktų intelektinės nuosavybės apsaugos klausimai, produktų komercializacija.

#### **Studijų pasiekimų vertinimas**

Galutinis įvertinimas susideda iš:

referato (parengta studijų dalyko temos literatūros apžvalga) - 75% ir egzamino – 25%; arba teminio seminaro (studijų dalyko programos temos žodinio pristatymo) 70% ir egzamino – 30%.

#### **Pagrindinė literatūra**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.</b>
	<i>Pagrindiniai literatūros šaltiniai:</i>
1	Walker J.M., Rapley R. Molecular biology and biotechnology. Cambridge : Royal Society of Chemistry. 2000.
2	Smith J.E. Biotechnology, 4th edition. Cambridge University Press. 2004.
3	Primrose S.B., Twyman R.M. Principles of Gene Manipulation and Genomics, 7th edition. Blackwell Publishing. 2006.
4	Glick B.R., Pasternak J.J. Molecular Biotechnology: Principles and Applications of recombinant DNA, 3rd edition. ASM Press. 2003.
5	Christou P., Klee H. Handbook of Plant Biotechnology, Vol. 1-2. John Wiley and Sons, Ltd. 2004.

#### **Papildoma literatūra**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.</b>
1	Kun L.Y., Microbial Biotechnology: Principles and Applications, 2nd edition, World Scientific, 2006
2	Parekh S.R., , The GMO Handbook: Genetically Modified Animals, Humana Press Inc., 2004
3	Nicholl D.S.T., Introduction to genetic engineering, 2nd edition, Cambridge University Press, 2002
4	Ratledge C., Kristiansen B., Basic Biotechnology, Cambridge University Press, 2006
5	A. Sliasaravičius, V. Stanys. Žemės ūkio augalų biotechnologija, Vilnius: Enciklopedija, 2005
6	Mokslinių straipsnių apžvalgos

#### **Studijų dalyko/modulio rengėjai/dėstytojai**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Vardas, pavardė</b>	<b>Institucija</b>	<b>Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis</b>	<b>Elektroninio pašto adresas</b>
1	Danas Baniulis	LAMMC	dr.	d.baniulis@lsdi.lt
2				

## STUDIJŲ DALYKO/MODULIO APRAŠAS

Kodas	Apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
BCH8005	6	VDU	GMF	Biochemijos

### Studijų dalyko pavadinimas lietuvių kalba

Fermentinių sistemų reguliacija

### Studijų dalyko pavadinimas anglų kalba

Control of enzymatic systems

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1,7
Konsultacijos	
Seminarai	0,55
Individualus darbas	3,75

### Anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalyko turinys skirtas pirmųjų dviejų kursų doktorantams, siekiantiems gilinti suvokimą apie enzimologinius biologinių reiškinių aspektus: klasikinės enzimologijos žinios papildomos informacija apie fermentų veikimo ląstelės aplinkoje ypatumus, fermentinių ląstelės procesų valdymą ir Metabolinės Kontrolės teoriją, reguliacijos lygmenų ir mechanizmų įvairovę, užtikrinančią prisitaikymą prie aplinkos sąlygų ir išlikimą. Suteikiamas supratimas apie fermentų tyrimo metodus, derinant teorines ir praktines žinias bei diegiant problemų sprendimo įgūdžius.

### Anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The aim of course is to deepen 1<sup>st</sup> or 2<sup>nd</sup> year doctoral student's knowledge in Enzymology as required for biomedicine and biotechnology studies. The basic concepts in Enzymology, Cellular enzymology and Metabolic Control Analysis will be introduced. Classical enzymology including enzyme diversity, isolation and properties, enzyme kinetics as well as enzyme functioning in the living cell will be considered. The course is based on combination of theoretical and practical knowledge and the development of skills for problem solving.

### Dalyko poreikis bei aktualumas

Žinios apie fermentų ir fermentinių sistemų veikimo reguliaciją būtinos daugeliui šiuolaikinės ląstelės biologijos, biotechnologijos ir biomedicinos tyrimų tematikų. Biokatalizė lemia visų gyvųjų organizmų medžiagų apykaitą ir struktūrinių elementų susiformavimą, jos valdymas svarbus visų gyvybinių procesų integracijai, fermentinių sistemų reguliacijos sutrikimai lemia patologines būsenas. Kurse šiuolaikinės enzimologijos problemos pristatomos sistemų biologijos kontekste, nagrinėjami fermentiniai procesai ir jų valdymas in vivo, aptariami modeliavimu pagrįsti tyrimo metodai.

### Dalyko tikslai

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų kursų doktorantams, siekiantiems gilinti molekulinės ląstelės biologijos žinias, būtinas biomedicinos, biotechnologijos ir biochemijos studijoms, suformuoti sistemų biologijos požiūrį, būtiną adekvačiai suvokti fermentinių procesų ir jų valdymo lygmenų svarbą užtikrinant normalią gyvųjų sistemų veiklą, lemiant patologinius sutrikimus ar kuriant biotechnologijos metodologijas.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

I tema. *Biologiniai katalizatoriai ir jų atmainos. Fermentų struktūrinė įvairovė, klasifikacija, aktyvumo vienetai.* Įvadinė kurso tema skirta patikslinti svarbiausias enzimologijos sąvokas, atnaujinti žinioms apie fermentų klasifikacijos principus, aktyvumo įvertinimo išraiškos būdus.

II tema. *Fermentų išskyrimas ir valymas. Fermentų struktūros tyrimas. Fermentų molekulinų parametrų ir aktyvaus centro struktūros nustatymas.* Tema pristato preparatyviosios enzimologijos tyrimų metodologiją ir problemas, klasikinius fermentų išskyrimo ir jų molekulinų savybių tyrimo metodus.

III tema. *Kofermentai.* Šioje temoje aptariama svarbi biokatalizei nebaltyminių junginių grupė – korfermentai, jų skirstymas ir biologinės funkcijos.

IV tema. *Termodinaminiai biokatalizės aspektai.* Šioje temoje apžvelgiami biokatalizės supratimui svarbūs termodinamikos dėsniai ir sąvokos, energetiniai fermentinių procesų aspektai.

V tema. *Fermentų veikimo mechanizmai.* Pristatomi svarbiausi fermentinės katalizės proceso ir ją lemiančių cheminių mechanizmų tipai.

VI tema. *Fermentinių reakcijų kinetika. Sloplikiai ir aktyvikliai.* Aptariami biokatalizės efektyvumo vertinimo kriterijai, fermentinių reakcijų kinetikos rodikliai, fizikiniai ir cheminiai veiksniai, turintys įtakos fermentų veiklai, ypatingą dėmesį skiriant fermentų sloplikiams ir aktyvikliams.

VII tema. *Fermentų veikimo reguliacija ir valdymas. Grįžtamo ryšio principas.* Apžvelgiami esminiai

fermentinių reakcijų aktyvumo reguliacijos ląstelėje lygmenis, jų hierarchija ir sąryšiai, universalūs principai.

VIII tema. *Alosterija*. Pateikama bazinė informacija apie alosterinę fermentinių kelių reguliaciją, jos mechanizmą, naginėjami alosterinės sąveikos vertinimo kriterijai ir tipiniai pavyzdžiai.

IX tema. *Ląstelės fermentų kiekio valdymas*. Aptariamas fermentinių sistemų valdymo būdas keičiant ląstelės fermentų apyvartą – fermentų indukcijos ir represijos mechanizmai, fermentų brendimo ir skaidymo sistemų valdymas.

X tema. *Izofermentai*. Apibendrinama naujausia informacija apie fermentų izoformas, jų kilmę, įvairovę, nomenklatūrą ir biologinę svarbą fermentinių sistemų veiklos valdymui.

XI tema. *Posttransliacinės fermentų modifikacijos*. Praplečiamos žinios apie fermentų aktyvumo, metabolinių kelių ir signalo erdvavimo tinklų valdymo posttransliacinių modifikacijų keliu dėsningumus, aptariamos svarbiausios fermentų konvertavimo sistemos, jų maštas.

XII tema. *Fermentai ląstelės aplinkoje*. Fermentų erdvėskyra ir sąveika su makromolekulėmis. Tiesioginis metabolitų perdavimas. Analizuojami fermentų veiklos *in vitro* ir *in vivo* skirtumai. Pateikamos naujausios žinios apie fermentų sąveikas molekulinės grūsties sąlygomis, erdvėskyros lygmenis, metabolitų tuneliavimo teikamus privalumus medžiagų apykaitai ir jos valdymui.

XIII tema. *Metabolinių kelių valdymas. Metabolinės kontrolės teorija ir jos sąvokos*. Nagrinėjamos esminės metabolinės kontrolės teorijos sąvokos ir teoremos, eksperimentinis *Bottom up* ir *Top down* metodų taikymas.

XIV tema. *Proteomika ir enzimologija*. Pateikama naujausia informacija apie biomedicinos aspektais fermentų ir fermentinių sistemų proteominius tyrimus (taikymas ligų prognozavimui, individualiai diagnostikai, terapijos veiksmingumui įvertinti). Aptariamos daugiadarbių baltymų problematikos ir fermentų tyrimų sąsajos.

XV tema. *Enzimologija sistemų biologijos požiūriu*. Nagrinėjami fermentinių sistemų kinetikos ir struktūros modeliavimo metodai, modeliavimo ir eksperimentinių tyrimų santykis, klasikinės enzimologijos ir ląstelės enzimologijos žinių integracija į sistemų biologijos tyrimus.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš:  
referato (parengta studijų dalyko temos literatūros apžvalga) - 75% ir egzamino – 25%; arba teminio seminaro (studijų dalyko programos temos žodinio pristatymo) 70% ir egzamino – 30%.

### Pagrindinė literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
	<i>Pagrindiniai literatūros šaltiniai:</i>
1	T.D.H. Bugg. Introduction to Enzyme and Coenzyme Chemistry. Wiley, 2012.
2	T. Davasena. Enzymology. Oxford University Press, 2012.
3	Cornish-Bowden A. Fundamentals of Enzyme Kinetics, Portland Press, 2012.
4	H. M. Sauro Enzyme Kinetics for Systems Biology. Ambrosius Publishing, 2012.
5	P.A. Frey and A.D. Hegeman. Enzymatic Reaction Mechanisms, 2007, Oxford University Press.

### Papildoma literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1	H. Bisswanger. Practical Enzymology. Wiley-Blackwell, 2013
2	R.A. Copeland. Evaluation of Enzyme Inhibitors in Drug Discovery: A Guide for Medicinal Chemists and Pharmacologists. Wiley-Interscience, 2013.
3	P. F. Cook, W.W. Cleland. Enzyme Kinetics and Mechanism. Garland Science, 2007.
4	A Illanes, L. Wilson, C. Vera. Problem Solving in Enzyme Biocatalysis. Wiley, 2013.
5	A.G. Marangoni. Enzyme Kinetics: A Modern Approach. Wiley-Interscience; 2002.
6	E. Voit. A First Course in Systems Biology. Garland Science, 2012.
7	Mokslinių straipsnių apžvalgos

### Studijų dalyko/modulio rengėjai/dėstytojai

Eil. Nr.	Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
1	Vida Mildaziėnė	VDU	Prof. habil.dr.	v.mildaziene@bs.vdu.lt
2	Zita Naučienė	VDU	doc.dr.	z.nauciene@gmf.vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO/MODULIO APRAŠAS

Kodas	Apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
BCH8006	6	VDU	GMF	Biochemijos

### Studijų dalyko pavadinimas lietuvių kalba

Fizikocheminiai tyrimo metodai

### Studijų dalyko pavadinimas anglų kalba

Methods of physico-chemical analysis

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1,7
Konsultacijos	0,55
Seminarai	
Individualus darbas	3,75

### Anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Šis dalykas skirtas suteikti teorinių ir praktinių žinių apie įvairius spektrinę ir elektrocheminės analizės bei biomolekulių skirstymo metodus, šiuolaikinius naujausius prietaisus, jų taikymą biologinių junginių struktūros nustatymui, kiekybinei analizei, visuminei biologinių sistemų analizei bei *in vivo* vaizdinimui. Išmokstama taikyti teoriniame kurse aptartus metodus praktinių analitinių uždavinių sprendimui.

### Anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The aim of course is to deepen doctoral student's knowledge in methods of physico-chemical analysis that provides essential basis for biochemical studies. The topics of the course provide current knowledge on the modern techniques of electrochemical, spectral, chromatographic analysis methods and its combinations in hyphenated multidimensional/tandem analysis of biological samples. The course is based on combination of theoretical and practical knowledge and the development of skills for problem solving. This course aims to provide understanding and practical experience in the use of various spectroscopic techniques and modern instruments for the structure analysis of chemical substances, quantitative analysis, different „omics“ and *in vivo* imaging. During seminars and laboratory works students learn to apply theory of spectral analysis for practical solution of analytical problems.

### Dalyko poreikis bei aktualumas

Norint sėkmingai dirbti biochemijos srityje, reikia suprasti kaip analizuojamos biologinės sistemos. Tam būtina pagilinti instrumentinių analizės metodų žinias, įgytas bakalauro ir magistro studijų metu.

### Dalyko tikslai

Doktorantas gebės dirbti su aparatūra, mokės sudaryti tiriamojo objekto cheminės analizės schema bei parinkti optimaliausius analizės metodus. Baigę kursą doktorantai gebės:

- Įvertinti veiksnius, kurie įtakoja atliekamos analizės kokybę;
- Apibūdinti pagrindinių fizikinės cheminės analizės metodų privalumus ir trūkumus ir jų taikymo galimybes;
- Atlikti biologinės medžiagos kokybinę analizę;
- Atlikti biologinės medžiagos kiekybinę analizę;
- Įvertinti tiriamos medžiagos fizikinės cheminės savybes ir pagal jas pasirinkti tyrimo metodą;
- Atlikti analizės duomenų matematinį apdorojimą, įvertinti analizės paklaidas;
- Apibendrinti analizės rezultatus ir formuluoti išvadas.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

1. Įvadas į spektrinę analizę. Elektromagnetinė spinduliuotė. Kvantinės mechanikos principai spektroskopijoje. Atominė spektroskopija.
2. Ultravioletinio ir regimojo spektro molekulinė absorbcinė spektrinė analizė. Liuminescencinė analizė. Infraraudonojo (IR) spektro molekulinė absorbcinė spektrinė analizė.
3. Ramano sklaidos spektrinė analizė. Magnetinio branduolių rezonanso (MBR) spektroskopija. <sup>1</sup>H MBR spektroskopija. <sup>13</sup>C MBR spektroskopija.
4. Dvimatė (2D) MBR spektroskopija. Magnetinio rezonanso vaizdinimas. Masių spektrometrija (MS). Masių spektrometrai. Masių spektrometrija visuminei biologinių sistemų analizei.
5. Rentgeno spinduliuotės difrakcinė analizė. Kompleksiniai organinių junginių struktūros nustatymo metodai.
6. Elektrocheminiai analizės metodai. Potenciometrija. Galvaninis elementas ir elektrolitinė celė. Difuzijos

potencialas. Indikatoriniai ir lyginamieji elektrodai.  
 7. Elektrodo poliarizacija. Elektrovaros jėgos matavimas. Jonometrija. Potenciometrinė titrimetrija.  
 8. Voltamperometrija. Klasikinė poliarografinė analizė ir jos atmainos. Voltamperometrinė analizė. Amperometrinė titrimetrija.  
 9. Konduktometrinė ir kulonometrinė analizė  
 10. Chromatografiniai analizės metodai. Chromatografinis procesas, bendri dėsningumai. Chromatografinių metodų klasifikacija. Chromatografinio proceso teoriniai pagrindai: fizikiniai-cheminiai procesai kolonėlėje, sulaikymas, atrankumas, skiriamoji geba, efektyvumas.  
 11. Efektyvioji skysčių chromatografija. Aparatūra. Sorbentai, pagrindinės jų savybės. Tirpikliai. Skysčių chromatografijos variantai. Metodo taikymas.  
 12. Elektroforezė. Elektroforezės teoriniai pagrindai. Aparatūra. Kapiliarinė zonų elektroforezė. Micelinė elektrokinetinė chromatografija. Kapiliarinė elektroforezė geliuose.  
 13. Izoelektrinis fokusavimas kapiliare. Izotachoforezė. Kapiliarinė elektrochromatografija.  
 14. Biologinių medžiagų chromatografinis skirstymas, izoliavimas ir analizė. Lyginamasis fizikinių cheminių analizės metodų vertinimas.  
 15. Nanotechnologijų panaudojimas analizėje. Multidimensiniai/tandeminiai skirstymo ir analizės metodai. Junginių identifikavimas duomenų bazių pagalba.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato (parengta studijų dalyko temos literatūros apžvalga) -25%; ir egzamino – 75%; arba - teminio seminaro (studijų dalyko programos temos žodinio pristatymo) – 50% ir egzamino – 50%.

### Pagrindinė literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1.	Žūkienė R. Spektrinė analizė. UAB TEV , 2012, <i>el. išteklius</i> <a href="http://etalpykla.vdu.lt">http://etalpykla.vdu.lt</a>
2.	Laurinavičius V. Biocheminiai analizės metodai. VU leidykla, 2012
3.	Mickevičius D. Cheminės analizės metodai. [1 ir 2 dalis] : vadovėlis / Vilnius: Žiburys, 1998, 1999. – 408 p., 352 p.
4.	K. V. Katti. Textbook of Nanomedicine: Methods of Biochemical Analysis. 2012. John Wiley & Sons Inc.
5.	Multidimensional Liquid Chromatography: Theory and Applications in Industrial Chemistry and the Life Sciences. 2008. Ed: S. A. Cohen, Wiley-Interscience, 468 p.

### Papildoma literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1.	Maruška A., Kornyšova O., Machtejevas E. Efektyviosios skysčių chromatografijos pagrindai: VDU vadovėlis/ Kaunas: VDU Leidykla, 2005. 198 p.
2.	Pavia D.L., Lampman G. M., Kriz G. S., Vyvyan J. R. Introduction to Spectroscopy. 4th ed. Brooks/Cole, 2009
3.	Buika G., Getautis V., Martynaitis V., Rutkauskas K. Organinių junginių spektroskopija. Vitae Litera 2007
4.	Hollas J. M. Basic Atomic and Molecular Spectroscopy. 4 ed. RSC, 2002. 184 p.
5.	De Hoffmann, E., Stroobant, V. Mass spectrometry: Principles and Applications. Wiley-Interscience. 2007, 3 ed.,

### Studijų dalyko/modulio rengėjai/dėstytojai

Eil. Nr.	Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
1.	Rimantas Daugelavičius	VDU	Prof. Dr.	r.daugelavicius@gmf.vdu.lt
2.	Rasa Žūkienė	VDU	Dr.	r.zukiene@gmf.vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO/MODULIO APRAŠAS

Kodas	Apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
BCH8007	6	VDU	GMF	Biochemijos ir biotechnologijų

### Studijų dalyko pavadinimas lietuvių kalba

Ląstelės ir molekulinė biofizika

### Studijų dalyko pavadinimas anglų kalba

Cellular and Molecular Biophysics

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1,7
Konsultacijos	
Seminarai	0,55
Individualus darbas	3,75

### Anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas molekulinės ir ląstelės biofizikos žinioms, būtinoms biochemijos studijoms, gilinti. Dalyko turinys skirtas perteikti žinias apie molekulių ir ląstelių sistemų funkcionavimo biofizikinius principus ir kinetiką, fizikos dėsnių vaidmenį šiose sistemose, šiuolaikinius biologinių sistemų modeliavimo metodus, bioelektrinių potencialų susidarymo principus, jų registravimo metodus, molekulinis mechanizmus.

*Užsiėmimų formos* – paskaitos, individualus darbas, seminarai.

### Anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The aim of course is to deepen the knowledge in molecular and cellular biophysics. The topics: Biophysics of molecular interactions. Interactions of electric fields with cells, electrokinetics phenomena. Conformations of macromolecules. Non-equilibrium thermodynamics. Molecular modeling, quantum chemical simulations. Biophysics of sensory systems. Structure and functions of biomembranes. Origin of bioelectrical potentials. Molecular and cellular biomechanics. Molecular machines, motors.

### Dalyko poreikis bei aktualumas

Norint sėkmingai dirbti biochemijos srityje, reikia suprasti kaip funkcionuoja biologinės sistemos. Tam būtina pagilinti molekulinės ir ląstelės biofizikos žinias, įgytas bakalauro ir magistro studijų metu.

### Dalyko tikslai

*Studijas baigęs studentas turi gebėti:*

- nagrinėti esminius gyvybės reiškinius, remiantis negyvosios gamtos pagrindiniais dėsniais, principais bei sąvokomis;
- apibūdinti molekulinėse sistemose veikiančias jėgas, jų vaidmenį gyvų sistemų funkcionavime;
- analizuoti biologines sistemas remiantis nepusiausvirinės termodinamikos principais;
- analizuoti biologinių makromolekulių trimatę sandarą ir suprasti jos ryšį su makromolekulių funkcijomis;
- modeliuoti kvantinės molekulių teorijos metodais tikimiausias molekulių konformacijas;
- panaudoti kvantinės molekulių teorijos metodus biologinėms sistemoms modeliuoti;
- atlikti kokybinę biologinių sistemų analizę ir suprasti jų kinetinį elgesį; suprasti bioelektrinių potencialų susidarymo principus, jų registravimo metodus.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

I tema. Biologinių sistemų modelių kokybinės analizės ir kinetinio elgesio aprašymo metodai. Nagrinėjama biologinių sistemų modelių, skirtų jų kinetiniam elgesiui tirti, sudarymo principai bei jų kokybinės analizės būdai.

II tema. Vidumolekulinė ir tarpmolekulinė sąveika. Analizuojamos įvairios sąveikos, lemiančios biologinių sistemų sandarą bei elgesį: van der Valso, hidrofobinė, hidratacinė sąveikos, vandenilinė ir halogeninė jungtys.

III tema. Elektrinių laukų sąveika su ląstelėmis. Elektrokinetiniai reiškiniai. Nagrinėjama elektrinių laukų įtaka ląstelėms, jų sukelti elektrokinetiniai reiškiniai: elektrodeformacija, elektroorientacija, elektrorotacija, dielektroforezė ir kt.

IV tema. Kvantinės molekulių teorijos įvadas. Biomolekulių konformaciniai kitimai ir kiti virsmai.

V. tema. Molekulinis modeliavimas. Analizuojami artiniai, vizualizacijos būdai, pusempiriai, *ab-initio* ir kt. modeliai, molekulinio modeliavimo taikymas molekulėms ir jų sistemoms (ribosomoms, membranoms, vezikulėms) analizuoti.

VI tema. Nepusiausvirinė biosistemų termodinamika. Analizuojami sistemų, esančių netoli nuo pusiausvyros, termodinamika, srautų ir jas sukeliančių jėgų sąveikos.

VII tema. Receptijos biofizikiniai mechanizmai. Nagrinėjami regos, klausos, vestibulinės sistemos, elektroreceptijos, magnetoreceptijos biofizikiniai mechanizmai.

VIII tema. Membranų biofizika. Analizuojami fazių virsmai membranose, jų vaidmuo anestezijoje, membranos laidumo pokyčiai.

IX tema. Junginių transporto per membraną, osmoso biofizika. Nagrinėjamas tirpalų osmotiškumas, toniškumas, osmoso vaidmuo ląstelės tūrio reguliavime, apoptozėje, ląstelių migracijoje.

X tema. Bioelektriniai potencialai, jų registravimas. Nagrinėjami elektrinių potencialų susidarymo biologinėse sistemose biofizikiniai mechanizmai.

XI tema. Bioelektrinių potencialų vaidmuo navikų vystymesi, žaizdų gijime, regeneracijoje.

XII tema. Molekulinė ir ląstelių mechanika. Analizuojami molekuliniai elektromechaninių variklių fizikiniai veikimo mechanizmai.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato (parengta studijų dalyko temos literatūros apžvalga) -25%; ir egzamino – 75%;

arba - teminio seminaro (studijų dalyko programos temos žodinio pristatymo) – 50% ir egzamino – 50%.

### Pagrindinė literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1.	R. Glazer, <i>Biophysics: An Introduction</i> . Berlin: Springer Verlag, 2012, 407 p.
2.	Jackson M.B. <i>Molecular and Cellular Biophysics</i> , Cambridge University Press, 2006, 512 p.
3.	J. Malmivuo and R. Plonsey. <i>Bioelectromagnetism: Principles and Applications of Bioelectric and Biomagnetic Fields</i> , New York: Oxford University Press, 1995.

### Papildoma literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1.	F. Jensen. <i>Introduction to Computational Chemistry</i> . Chichester: John Wiley and Sons Ltd., 2006, 624 p.
2.	Davidovits P. <i>Biophysics in Biology and Medicine</i> (3 <sup>rd</sup> edition), Academic Press, 2007, 336 p.

### Studijų dalyko/modulio rengėjai/dėstytojai

Eil. Nr.	Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
1.	Gintautas Saulis	VDU Gamtos mokslų fakultetas	prof. dr.	g.saulis@gmf.vdu.lt
2.	Vytenis Arvydas Skeberdis	LSMU Kardiologijos institutas	prof. habil. dr.	Arvydas.Skeberdis@lsmuni.lt
3.	Saulius Šatkauskas	VDU Gamtos mokslų fakultetas	prof. dr.	s.satkauskas@gmf.vdu.lt



## STUDIJŲ DALYKO/MODULIO APRAŠAS

Kodas	Apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
BCH8008	6	VDU	GMF	Biochemijos

### Studijų dalyko pavadinimas lietuvių kalba

Mikrobiologija

### Studijų dalyko pavadinimas anglų kalba

Microbiology

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1,7
Konsultacijos	0,55
Seminarai	
Individualus darbas	3,75

### Anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų studijų metų doktorantams, siekiantiems gilinti žinias mikrobiologijos srityje, kurios yra būtinos biochemijos studijoms. Dalyko turinys orientuotas į mikroorganizmų molekulinės biologijos, fiziologijos ir mikrobiologinių tyrimo metodų esminį supratimą. To siekiama derinant teorines ir praktines žinias bei diegiant problemų sprendimo įgūdžius. Perteikiamas mikrobiologinio pasaulio vaizdas, detalai nagrinėjama bakterijų ir mielių savybės, jų įvairovė. Analizuojami filogenetiniai ryšiai tarp mikroorganizmų grupių, mikroorganizmų morfologija, augimas ir reprodukcija, mikroorganizmų genetika. Nagrinėjami virusinės infekcijos mechanizmai, antimikrobinės medžiagos, jų veikimo mechanizmai. Nagrinėjamas mikroorganizmų paplitimas gamtoje ir jų įvairovė, ekologinė mikrobiologija, pramonės ir maisto mikrobiologija, molekuliniai mikroorganizmų identifikavimo ir genotipavimo metodai mikrobiologijoje.

*Užsiėmimų formos* – paskaitos, individualus darbas su literatūra, seminarai, konsultacijos.

### Anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

Students will acquire basic theoretical and practical knowledge in microbiology. They will be able to handle microbiological cultures. The course content: The object of microbiology. History of microbiology. Microbiological methods. Morphology of microorganisms. Growth of microbial cultures. Reproduction of microorganisms. Microorganisms in biotechnology. Microbial evolution and phylogenetic relationships. Diversity of bacteria, archaea and eukaryotic microorganisms. Viruses and plasmids. Microorganisms and environment. Overview of microbial metabolism. Anaerobic respiration, microbial photosynthesis, phototrophic bacteria, fixation of nitrogen, fermentation. Pathogenic microorganisms, host-pathogen relationships. Symbiotic microorganisms.

### Dalyko poreikis bei aktualumas

Mikrobiologija yra svarbi norint suprasti daugelį šiuolaikinės biochemijos, biotechnologijos ir biomedicinos tyrimų tematikų. Ji tapo neatsiejama šiuolaikinės biochemijos dalimi, nes biocheminiai ir kiti molekuliniai vyksmai (medžiagų apykaita, biokatalizė, paveldimos informacijos perdavimo sistemų veikla, signalų recepcijos ir atsako į juos sistemos) daugeliu atvejų yra analizuojami panaudojant prokariotinius ir eukariotinius mikroorganizmus. Biocheminės žinios įprasminamos molekulinės mikrobiologijos sistemose, žinios apie ląstelių molekulinis ir viršmolekulinius vyksmus būtinos norint suvokti prokariotinių ir eukariotinių organizmų funkcionavimo dėsningumus. Dalyko studijos užtikrina naujausias žinias apie mikroorganizmų ląstelių sudėtį, vidines jų struktūras ir integruotą gyvybinės veiklos vyksmų visumą.

### Dalyko tikslai

Baigę kursą doktorantai gebės:

- apibrėžti esmines mikrobiologijos sąvokas;
- apibūdinti svarbiausias mikroorganizmų sandaros, fiziologijos ir ekologijos ypatybes, mikroorganizmų įvairovę;
- pritaikyti šiuolaikinius mikroorganizmų klasifikavimo metodus;
- pateikti virusologijos žinių pagrindus;
- apibūdinti mikroorganizmų augimo kontrolės būdus, mikroorganizmų panaudojimo biotechnologijoje galimybes;
- gaminti terpes, sterilinti terpes ir darbo priemones, auginti mikroorganizmus;
- steriliai dirbti su gyvų mikroorganizmų kultūromis;
- ruošti ir analizuoti mikroskopinius mikroorganizmų preparatus;
- taikyti mikroorganizmų biocheminių ir metabolizmo savybių nustatymo metodus.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

1. Mikrobiologijos tyrimo objektas. Mikroorganizmų tyrimų istorijos apžvalga, tyrimo metodai, klasifikavimo principai.
2. Bakterijų, archėjų ir eukariotinių mikroorganizmų įvairovė. Filogenetiniai ryšiai tarp mikroorganizmų grupių.
3. Pagrindinės bakterijų grupės. Mikroorganizmų genetika, plazmidės.
4. Archėjų įvairovė. Ekstremofilai, jų morfologijos ir fiziologijos ypatumai.
5. Eukariotiniai mikroorganizmai.
6. Mikroorganizmų morfologija, augimas ir reprodukcija.
7. Mikroorganizmų augimo kontrolė, mikroorganizmų panaudojimas biotechnologijoje.
8. Mikroorganizmų metabolizmo įvairovė. Bakterijų vykdoma fotosintezė, chemolitotrofija, anaerobinis kvėpavimas, azoto fiksacija, rauginimas.
9. Pramonės ir maisto mikrobiologija.
10. Mikroorganizmų paplitimas gamtoje ir jų įvairovė. Mikroorganizmų vaidmuo aplinkoje, ekologinė mikrobiologija.
11. Mikroorganizmų ir šeimininko ryšiai. Parazitiniai mikroorganizmai, bakterijų toksinai.
12. Simbiontiniai mikroorganizmai.
13. Antimikrobinės medžiagos. Bakterijų gyvybingumo nustatymo metodai
14. Klasikiniai bakterijų išskyrimo metodai ir identifikavimo pagrindai. Molekuliniai mikroorganizmų identifikavimo ir genotipavimo metodai mikrobiologijoje.
15. Virusai, virusinė infekcija. Bakterijų, gyvūnų ir augalų virusai.

### Studijų pasiekimų vertinimas

Galutinis įvertinimas susideda iš: referato (parengta studijų dalyko temos literatūros apžvalga) -25%; ir egzamino – 75%; arba - teminio seminaro (studijų dalyko programos temos žodinio pristatymo) – 50% ir egzamino – 50%.

### Pagrindinė literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1.	Lasinskaitė – Čerkašina A., Pavilionis A., Vaičiuvėnas V. <i>Medicinos mikrobiologija ir virusologijos pagrindai</i> . Kaunas, 2005.
2.	Madigan M.T., Martinko J.M., Parker J., Dunlap P.V., Clark D. P. <i>Brock's Biology of Microorganisms</i> . San Fransisco, 2010.

### Papildoma literatūra

Eil. Nr.	Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.
1.	Masteikienė R. <i>Maisto produktų mikrobiologija</i> . Kaunas, 2002.
2.	Johnson T. R., Case C.L. <i>Laboratory Experiments in Microbiology</i> . San Fransisco, 2000.
3.	Frank, S. A. <i>Immunology and Evolution of Infectious Disease</i> . 2002.
4.	Buzaitė O. <i>Mikrobiologijos praktikos darbai</i> . <a href="http://gamta.vdu.lt/bakalaurai/bakalaurai.html">http://gamta.vdu.lt/bakalaurai/bakalaurai.html</a> (2006).

### Studijų dalyko/modulio rengėjai/dėstytojai

Eil. Nr.	Vardas, pavardė	Institucija	Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis	Elektroninio pašto adresas
1.	Rimantas Daugelavičius	VDU	Prof. Dr.	r.daugelavicius@gmf.vdu.lt
2.	Odeta Buzaitė	VDU	Dr.	o.buzaitė@gmf.vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO/MODULIO APRAŠAS

Kodas	Apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
BCH8009	6	VDU	GMF	Biochemijos

### Studijų dalyko pavadinimas lietuvių kalba

Baltymų chemija ir proteomika

### Studijų dalyko pavadinimas anglų kalba

Protein chemistry and proteomics

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1,7
Konsultacijos	0,55
Seminarai	-
Individualus darbas	3,75

### Anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų kursų doktorantams, siekiantiems gilinti baltymų chemijos ir proteomikos žinias, būtinas biomedicinos, biotechnologijos ir biochemijos studijoms. Dalyko turinys skirtas perteikti naujausias žinias apie sudėtingą ląstelės baltymų pasaulį ir šiuolaikinius jo analizės metodus: raiškos, struktūrinę, sąveikos ir funkcinę proteomiką, šių tyrimo krypčių ryšį su genomika, transkriptomika, metabolomika, interaktomika, bioinformatika bei sistemų biologija. Siekiama derinti teorines ir praktines žinias bei diegti problemų sprendimo įgūdžius.

### Anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)

The aim of course is to deepen 1<sup>st</sup> or 2<sup>nd</sup> year doctoral student's knowledge in protein chemistry and proteomics that provides essential basis for biomedicine, biotechnology and biochemistry studies. The topics of the course are selected to achieve the following objectives: to provide current knowledge on the complex world of proteins and modern technologies for broad scale protein analysis: expression, structural, interaction and functional proteomics, and relation of proteomics with genomics, transcriptomics, metabolomics, interactomics, bioinformatics and system biology. The course is based on combination of theoretical and practical knowledge and the development of skills for problem solving.

### Dalyko poreikis bei aktualumas

Pogeminės molekulinė gamtos mokslų eros proteomikos tyrimai generuoja milžiniškus kiekius duomenų apie baltymų sekas, struktūrą, biochemines ir fiziologines funkcijas, aktyvumą, išsidėstymą (vietą ląstelėje) ir sąveiką su kitomis molekulėmis. Tokie duomenys ir tinkama jų analizė šiuo metu yra pagrindinis įrankis, padedantis nustatyti genų funkcijas, įvertinti sudėtingų biologinių objektų kaip sistemos funkcionavimą, rasti patologinių būsenų žymenis ir t.t. Todėl proteomikos kaip visuminės biologinių sistemų analizės krypties išmanymas yra svarbus šiuolaikiniams biochemikams.

### Dalyko tikslai

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų kursų doktorantams, siekiantiems gilinti proteomikos žinias, būtinas biomedicinos, biotechnologijos ir biochemijos studijoms, suformuoti sistemų biologijos požiūrį, būtiną adekvačiai suvokti fermentinių procesų ir jų valdymo lygmenų svarbą užtikrinant normalią gyvųjų sistemų veiklą, lemiant patologinius sutrikimus ar kuriant biotechnologijos metodologijas.

### Dalyko turinys, temos ir studijų metodai

I tema. *Nuo genomikos iki proteomikos.* Šioje įvadinėje temoje analizuojamos didelio masto biologijos atsiradimo prielaidos, geno, transkriptomo ir proteomo sąsajos, funkcinė genomika DNR ir RNR lygmenyse, proteomikos poreikis ir apimtis (sekų ir struktūrinė, raiškos, sąveikos ir funkcinė proteomika), proteomikos iššūkiai.

II tema. *Baltymų skirstymo strategijos.* Pateikiami baltymų skirstymo proteominiuose tyrimuose pagrindiniai principai, apžvelgiami dvikryptės (2D) gelelektroforezės, skysčių chromatografijos, 2D ir daugiakryptės skysčių chromatografijos metodų modifikacijos, jų taikymo proteomo analizei privalumai ir trūkumai, metodo parinkimo kriterijai.

III tema. *Baltymų identifikavimo strategijos.* Apžvelgiami baltymų identifikavimo metodai taikant antikūnus, cheminę degradaciją (visišką hidrolizę ir Edmano degradaciją) bei masių spektrometriją (MS). Pateikiamos galimos MS aparatūros kombinacijos ir veikimo principai bei analizės schemos

baltymų identifikavimui MS („pirštų antspaudų“, fragmentinių jonų, *de novo* sekoskaita).

IV tema. *Baltymų kiekybinės analizės strategijos*. Nagrinėjami kiekybinės proteomikos metodai, taikant 2D gelelektroforezę (vaizdinimas, dėmių detekcija, kiekybinė analizė ir palyginimas) bei MS (ICAT, SILAC, MCAT žymėjimo metodai).

V tema. *Proteomika ir baltymų sekų analizė*. Aptariamas baltymų šeimų evoliucinis ryšys ir jų funkcijų spėjimas pagal jų sekas. Nagrinėjami baltymų sekų palyginimui svarbūs parametrai: identiškumas ir panašumas, pakeitimų įverčių matricos, porinis gretinimas, sekų gretinimo patikimumas, daugybinis gretinimas. Supažindinama su evoliucinių ryšių nustatymu nutolusiose sekose PSI-BLAST metodu ir pagal sekos komponentus (konsenso sekas, motyvus, blokus, domenų).

VI tema. *Struktūrinė proteomika*. Aptariamas baltymų struktūros-funkcijos atitikimas ir neatitikimas. Supažindinama su baltymų struktūros nustatymo metodais (Rentgeno kristalografija, magnetinio branduolių rezonanso spektroskopija ir kt.), baltymų struktūros modeliavimo metodais (pagal seką, palyginamasis modeliavimas, *ab initio* spėjimo metodai, struktūrų atpažinimas). Atliekamas baltymų struktūrų palyginimas. Supažindinama su struktūriniu baltymų klasifikavimu, struktūrinės proteomikos iniciatyvomis ir rezultatais.

VII tema. *Sąveikos proteomika*. Analizuojamai baltymo-baltymo sąveikos nustatymo principai ir metodai (genetiniai, bioinformaciniai, afininiai-biocheminiai, fizikiniai). Supažindinama su bibliotekomis paremtais globalios binarinių sąveikų analizės metodais ir sisteminė kompleksine analize, naudojant MS, baltymų sąveikos žemėlapius. Aptariama baltymų ir mažų molekulių sąveika.

VIII tema. *Baltymų modifikacijų proteomika*. Apžvelgiamos įvairios biologinės baltymų modifikacijos, jų svarba ir funkcijos. Smulkiau nagrinėjami fosfoproteomikos, glikoproteomikos, ubikvitomikos metodai.

IX tema. *Baltymų mikrolustai ir funkcinė proteomika*. Pateikiama informacija apie baltymų mikrolustų rūšis ir jų gamybą, baltymų ant mikrolustų detekciją ir kiekybinę analizę, paremtą žymėmis ir bežyminiais metodais. Supažindinama su naujausiomis mikrolustų technologijomis (dalelių tirpale gardelės, ląstelių bei audinių gardelės ir kt.).

X tema. *Proteomikos taikymas*. Nagrinėjama medicininė proteomika ligų diagnostikai, farmacinė proteomika vaistų paieškai ir proteomika augalų biotechnologijai.

#### **Studijų pasiekimų vertinimas**

Galutinis įvertinimas susideda iš:

referato (parengta studijų dalyko temos literatūros apžvalga) - 75% ir egzamino – 25%; arba teminio seminario (studijų dalyko programos temos žodinio pristatymo) 70% ir egzamino – 30%.

#### **Pagrindinė literatūra**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.</b>
1	R.M.Twyman. Principles of Proteomics. 2013. Tylor&Francis, New York.
2	R.J. Simpson. Proteins and Proteomics. 2003. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York.
3	R. A. Meyers. System Biology. 2012. Wiley-VCH Verlag&Co.
4	Aktualūs periodinių mokslo žurnalų straipsniai.

#### **Papildoma literatūra**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.</b>
1	J. Lovric. Introducing proteomics: from concepts to sample separation, mass spectrometry, and data analysis. 2011. John Wiley&Sons, West Sussex.

#### **Studijų dalyko/modulio rengėjai/dėstytojai**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Vardas, pavardė</b>	<b>Institucija</b>	<b>Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis</b>	<b>Elektroninio pašto adresas</b>
1.	Rasa Žūkienė	VDU	Dr.	r.zukiene@gmf.vdu.lt
2.	Vida Mildaziienė	VDU	Prof., habil. dr.	v.mildaziene@gmf.vdu.lt

## STUDIJŲ DALYKO/MODULIO APRAŠAS

Kodas	Apimtis kreditais	Institucija	Fakultetas	Katedra
BCH8010	6 kr.			

**Studijų dalyko pavadinimas lietuvių kalba**

**SIGNALŲ PERDAVIMAS**

**Studijų dalyko pavadinimas anglų kalba**

**SIGNAL TRANSDUCTION**

Studijų būdas	Kreditų skaičius
Paskaitos	1,7
Konsultacijos	
Seminarai	0,55
Individualus darbas	3,75

**Anotacija lietuvių kalba (iki 500 simbolių)**

Dalykas skirtas pirmųjų dviejų kursų doktorantams, siekiantiems gilinti signalų perdavimo žinias, būtinas biomedicinos, biotechnologijos ir biochemijos studijoms. Dalyko turinys skirtas perteikti naujausias žinias apie signalų perdavimo kelius, supažindinti su pagrindinėmis molekulių klasėmis, dalyvaujantiose šiuose keliuose. Kursas taip pat skirtas susipažinti su specifiniais signalų perdavimo keliais, kurie yra svarbūs vystymosi biologijoje, neurobiologijoje, ląstelės biologijoje bei fiziologijoje. Į ląstelių evoliuciją, struktūrą, veikimo principus, ląstelės savitų vidinių sistemų integravimą. Atskiras dėmesys skirtas susipažinti su molekuliniais taikiniai naujų vaistų kūrimui.

**Anotacija anglų kalba (iki 500 simbolių)**

The process that cell stimulation by external signals leads to changes in gene expression is termed cell signal transduction. To transduce these signal cells elaborated various signal transduction pathways. This course is designed to provide an introduction to some of the most important classes of molecules that participate in common signal-transduction pathways. Specific signal transduction pathways from developmental biology, neurobiology, physiology, and cell biology will be considered. Molecular targets for drug development will be also discussed.

**Dalyko poreikis bei aktualumas**

Ląstelės atsakas į išorinius stimulus, bei ląstelės viduje vykstantys procesai glaudžiai susiję su įvairiais signalų perdavimų keliais. Todėl šių signalinių kelių supratimas svarbus tiek aiškinantis molekulinis ląstelės fiziologijos ir patologijos mechanizmus lemiančius įvairių ligų vystymąsi bei naujų terapinių taikinių ir metodų paieškai.

**Dalyko tikslai**

Suteikti žinių apie pagrindinius signalų perdavimo kelius; apibūdinti ląstelės membranos receptorių, charakterizuoti pirminius ir antrinius signalų perdavėjus, jonotropinio ir metabotropinio signalo perdavimo mechanizmus ir ypatumus, signalų perdavimo kelius per serino, treonino ir tirozino baltymų kinazes, ląstelės signalų perdavimo kelius ebrionogenezeje bei vystantis nervų sistemai, sensorinių sistemų funkcionavimo principus bei sensorinių stimulių perdavimo mechanizmus.

**Dalyko turinys, temos ir studijų metodai**

I tema. Įvadas į signalų perdavimą. Šioje temoje apžvelgiami pagrindiniai ligandai, jų receptoriai, analizuojama antrinių signalo pernešėjų struktūra ir funkcija.  
II tema. Signalų perdavimas per chemines ir elektrines sinapses. Šioje temoje analizuojama cheminių ir elektrinių sinapsių struktūra, jonotropiniai ir metabotropiniai receptoriai, pagrindiniai cheminių ir elektrinių sinapsių valdymo komponentai.  
III tema. Viduląstelinio signalo stiprinimas. Šioje temoje analizuojama GTF prijungiantys baltymai, antriniai signalo perdavėjai, baltymų kinazės ir fosfotazės.  
IV tema. Signalo perdavimo per GTF sujungiančius baltymus komponentai. Šioje temoje analizuojama GTF aktyvinantys baltymai (GAP), Guanino nukleotidų pakeitimo faktoriai (Guanine Nucleotide Exchange Factors, GEFs), GDF disociacijos inhibitoriai (GDI).  
V tema. Baltymų kinazės. Šioje temoje analizuojama baltymų kinazių struktūra, baltymų kinazių aktyvinimas. Taip pat nagrinėjama atipinės baltymų kinazės ir pseudokinazės.  
VI. Signalo perdavimas dalyvaujant kalcio jonams. Šioje temoje bus nagrinėjama kalcio homeostazės

palaikymo mechanizmai, kalmodulinas, kalmodulino kinazės ir pagrindiniai signaliniai keliai.  
 VII tema. TOR, WNT, Notch signaliniai keliai. Šioje temoje bus apžvelgiami pagrindiniai šių signalinių kelių komponentai, jų funkcinė reikšmė.  
 VIII. tema. Signalų transdukcija sensorinėse sistemose. Šioje temoje nagrinėjama signalo perdavimo mechanizmai regos ir olfaktorinėje sistemose.  
 IX. tema. Signalų perdavimas per tirozino kinazės receptorius. Šioje temoje bus nagrinėjama tirozino receptorių struktūra, viduląsteliniai komponentai bei apžvelgiami pagrindiniai signaliniai keliai.  
 X. tema. Signalų perdavimas ir vaistų kūrimas. Šioje temoje bus analizuojama ERB receptorių šeima ir jos ligandai, vėžio vystymasis ir vaistų kūrimas.

#### **Studijų pasiekimų vertinimas**

Referatas (parengta studijų dalyko temos literatūros apžvalga) – 25% ; teminis seminaras - studijų dalyko programos temos žodinis pristatymas – 25%, egzaminas – 50%.

#### **Pagrindinė literatūra**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.</b>
1	Gomperts, B.D., I.M. Kramer, and P.E.R. Tatham. (2009). Signal Transduction

#### **Papildoma literatūra**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, leidimo metai.</b>
1	Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. (2002). Molecular Biology of the Cell.
2	Lodish, H., Baltimore, D., Berk, A., Zipursky, S.L., Matsudaira, P., Darnell J. (2000). Molecular Cell Biology, 4th ed. NewYork.
3	Sanes D.H., T.A. Reh, W.A. Harris. (2005). Development of the Nervous System, Second Edition.

#### **Studijų dalyko/modulio rengėjai/dėstytojai**

<b>Eil. Nr.</b>	<b>Vardas, pavardė</b>	<b>Institucija</b>	<b>Pedagoginis vardas, mokslo laipsnis</b>	<b>Elektroninio pašto adresas</b>
1.	Saulius Šatkauskas	VDU	prof. dr.	s.satkauskas@gmf.vdu.lt