

## DALYKO (MODULIO) APRAŠAS

Dalyko (modulio) pavadinimas	Kodas
BIOENERGETIKA	

Dėstytojas (-ai)	Padalinys (-iai)
<b>Koordinuojantis:</b> dr. Giedrė Valiulienė <b>Kitas (-i):</b>	Vilniaus universiteto Gyvybės mokslų centras, Biomokslų institutas

Studijų pakopa	Dalyko (modulio) lygmuo	Dalyko (modulio) tipas
Pirmoji	1/1	Pasirenkamasis

Įgyvendinimo forma	Vykdyto laikotarpis	Vykdyto kalba (-os)
Auditorinė	Rudens semestras	Lietuvių

Reikalavimai studijuojančiajam	
<b>Išankstiniai reikalavimai:</b> Pageidautina, kad studentai būtų išklause bendrosios biologijos, bendrosios chemijos ir biochemijos kursus.	<b>Gretutiniai reikalavimai (jei yra):</b>

Dalyko (modulio) apimtis kreditais	Visas studento darbo krūvis	Kontaktinio darbo valandos		Savarankiško darbo valandos
5	133	48		85
		Paskaitos	32	
		Seminarai	16	

Dalyko (modulio) tikslas: studijų programos ugdomos kompetencijos		
Siekama ugdyti: a) bendrą supratimą apie energijos kaupimo ląstelėse molekulinis mechanizmus bei energetinius virsmus, reikalingus ląstelių gyvybiniams poreikiams tenkinti ir funkcijoms atlikti; b) analitinį ir kritišką su bioenergetikos mokslu susijusios literatūros vertinimą; c) supratimą apie pagrindinius bioenergetikos metodus ir problemas.		
Dalyko (modulio) studijų siekiniai	Studijų metodai	Vertinimo metodai
Supras ir gebės paaiškinti energijos, reikalingos gyvybinių procesų užtikrinimui, šaltinius bei ląstelėse vykstančių energetinių virsmų molekulinis mechanizmus.	Paskaitos, savarankiška literatūros analizė, pristatymai ir diskusijos seminaruose.	Apklausa raštu; žodinis pranešimas ir mokslinio projekto parengimas.
Išmanys bioenergetinių procesų reguliavimo mechanizmus bei jų sutrikimus patologijų atveju.	Paskaitos, savarankiška literatūros analizė, pristatymai ir diskusijos seminaruose.	Apklausa raštu; žodinis pranešimas ir mokslinio projekto parengimas.
Gebės taikyti įgytas teorines žinias (apskaičiuoti biologinių sistemų termodinaminius parametrus, parinkti tinkamus metodus su bioenergetika susijusių problemų sprendimui).	Paskaitos, savarankiška literatūros analizė, pristatymai ir diskusijos seminaruose.	Apklausa raštu ir mokslinio projekto parengimas.
Gebės susisteminti ir apibendrinti įgytas teorines žinias.	Paskaitos, savarankiška literatūros analizė, pristatymai ir diskusijos seminaruose.	Apklausa raštu; žodinis pranešimas ir mokslinio projekto parengimas.
Kaups savarankiško mokymosi patirtį, reikalingą gilesniam medžiagos įsisavinimui.	Savarankiška literatūros analizė.	Apklausa raštu; žodinis pranešimas ir mokslinio projekto parengimas; mokslinių straipsnių aptarimas seminarų metu.
Gebės analizuoti ir kritiškai vertinti mokslinę literatūrą bioenergetikos tema.	Paskaitos, savarankiška literatūros analizė, pristatymai ir diskusijos seminaruose.	Žodinis pranešimas ir mokslinio projekto parengimas; mokslinių straipsnių aptarimas seminarų metu.
Gebės susieti įgytas bioenergetikos ir kitų gyvybės mokslų sričių žinias.	Paskaitos, savarankiška literatūros analizė,	Žodinis pranešimas ir mokslinio projekto parengimas, mokslinių

	pristatymai ir diskusijos seminaruose.	straipsnių aptarimas seminarų metu.
--	--	-------------------------------------

Temos	Kontaktinio darbo valandos						Savarankiškų studijų laikas ir užduotys		
	Paskaitos	Konsultacijos	Seminarai	Pratybos	Laboratoriniai darbai	Praktika	Visas kontaktinis darbas	Savarankiškas darbas	Užduotys
1. <b>Įvadas.</b> Gyvųjų sistemų energijos virsmai. Bioenergetinių procesų evoliucija. Bioenergetikos mokslo istorija.	2		1				3	3	Savarankiškas gilinimasis į temą, naudojant medžiagą kurso virtualioje mokymosi aplinkoje, mokslinės literatūros analizė, žodinio pranešimo rengimas, pasiruošimas diskusijai seminare.
2. <b>Biologinių sistemų termodinamika.</b> Biologinių virsmų laisvosios energijos pokyčiai, egzergoniniai ir endergoniniai procesai, standartinis laisvosios energijos pokytis. Savaiminės ir nesavaiminės reakcijos. Tarpusavyje sujungtų reakcijų laisvosios energijos pokyčiai.	2		1				3	5	Savarankiškas gilinimasis į temą, naudojant medžiagą kurso virtualioje mokymosi aplinkoje, mokslinės literatūros analizė, žodinio pranešimo rengimas, pasiruošimas diskusijai seminare.
3. <b>Biologinės oksidacijos-redukcijos reakcijos.</b> Oksidacijos-redukcijos potencialas. Standartinio laisvosios energijos pokyčio ryšys su oksidacijos-redukcijos potencialo pokyčiu. Flavino ir nikotinamidų kofermentai, metaloproteinai bei jų vaidmuo energijos kaupimo procesuose.	2		1				3	5	Savarankiškas gilinimasis į temą, naudojant medžiagą kurso virtualioje mokymosi aplinkoje, mokslinės literatūros analizė, žodinio pranešimo rengimas, pasiruošimas diskusijai seminare.

<p><b>4. Didžiaieji junginiai.</b> ATP vaidmuo ląstelės energetiniuose procesuose. Didžiaieji fosfoanhidridiniai ryšys, kiti didžiaieji ryšiai. ATP sintezės ląstelėje būdai ir pagrindiniai keliai. Fosforilavimo potencialas. Procesai, kurių metu naudojama ATP energija.</p>	2		1				<b>3</b>	<b>5</b>	Savarankiškas gilinimasis į temą, naudojant medžiagą kurso virtualioje mokymosi aplinkoje, mokslinės literatūros analizė, žodinio pranešimo rengimas, pasiruošimas diskusijai seminare.
<p><b>5. Biologinių membranų struktūra ir funkcijos.</b> Membranų lipidai, jų rūšys ir funkcijos. Membranų takumas, lipidų judrumą membranose lemiantys veiksniai, fazinio virsmo temperatūra. Integralieji ir periferiniai membranų baltymai, jų funkcijos, sąveika ir ryšiai su lipidų dviluoksniu. Membranų asimetrija. Membranų laidumas, jį lemiantys veiksniai. Medžiagų pernaša per membranas. Pernašos klasifikacija. Jonų ir metabolitų pernaša per energiją kaupiančias membranas. Modelinės pernašos sistemos. Jonus pernešančios ATPazės.</p>	2		1				<b>3</b>	<b>6</b>	Savarankiškas gilinimasis į temą, naudojant medžiagą kurso virtualioje mokymosi aplinkoje, mokslinės literatūros analizė, žodinio pranešimo rengimas, pasiruošimas diskusijai seminare.
<p><b>6. Chemiosmosinės energijos virsmų teorijos pagrindai.</b></p> <p>Chemiosmosinė protonų apytaka. Oksidacinio fosforilavimo mechanizmas, elektrocheminių vandenilio jonų potencialų gradientas, protono varos jėga. Elektronų pernašos ir H<sup>+</sup> translokacijos keliai bei šiuos procesus vykdančios biologinių membranų sandai.</p> <p>ATP sintezė, jos sandara. Oksidacinio fosforilavimo slopikliai. ATP kiekio matavimas.</p>	4		2				<b>6</b>	<b>10</b>	Savarankiškas gilinimasis į temą, naudojant medžiagą kurso virtualioje mokymosi aplinkoje, mokslinės literatūros analizė, žodinio pranešimo rengimas, pasiruošimas diskusijai seminare.
<p><b>7. Elektronų pernašos grandinės biologinėse membranose.</b></p> <p>Mitochondrijų elektronų pernašos (kvėpavimo) grandinė. Komponentai. Respirasoma. Elektronų pernašos kvėpavimo grandinė slopikliai. Aktyviųjų deguonies formų (angl.: ROS) susidarymas kvėpavimo metu, oksidacinis stresas, ląstelės apsaugos nuo ROS sistemos.</p> <p>Augalų, bakterijų ir archėjų kvėpavimo grandinių įvairovė, aerobinės ir anaerobinės (bedeguonės) kvėpavimo grandinės; kvėpavimas, galutiniu elektronų akceptoriumi naudojant medžiagą, esančią už ląstelės ribų.</p> <p>Augalų fotosintetinės elektronų pernašos grandinės. Ciklinės ir neciklinės elektronų pernašos grandinės, I ir II fotosistemos. Oksigeninė ir anoksigeninė prokariotų fotosintezė, fotoautotrofai ir foheterotrofai.</p>	6		3				<b>9</b>	<b>15</b>	Savarankiškas gilinimasis į temą, naudojant medžiagą kurso virtualioje mokymosi aplinkoje, mokslinės literatūros analizė, žodinio pranešimo rengimas, pasiruošimas diskusijai seminare.

Ciklinė fotosintezuojančių purpurinių bakterijų elektronų pernašos grandinė. Fotocheminis bakteriorodopsino ciklas.										
<b>8. Bioenergetiniuose tyrimuose taikomi metodai.</b> Mitochondrijų išskyrimas, mitochondrijų ir tilakoidų komponentų išskyrimas. Proteoliposomų konstravimas. Deguonies pulso ir rūgšties pulso metodai, kvėpavimo greičio matavimai, mitochondrijų kvėpavimo aktyvumo būsenos, protonų ir elektronų nuotėkio izoliuotose mitochondrijose įvertinimas. ROS kiekio matavimai. Protonovaros jėgos dydžio įvertinimas: membranos įtampos ( $\Delta\psi$ ) matavimas, pH gradiento matavimas. Energijos vyksmų slopiklinė analizė.	2		1					<b>3</b>	<b>9</b>	Savarankiškas gilinimasis į temą, naudojant medžiagą kurso virtualioje mokymosi aplinkoje, mokslinės literatūros analizė, žodinio pranešimo rengimas, pasiruošimas diskusijai seminare ir mokslinio projekto parengimas.
<b>9. Mitochondrijų biologija ir bioenergetika.</b>  Pagrindiniai mitochondrijų biologijos principai (biogenezė, struktūros palaikymas, autofagija, mitoptozė). Jonų homeostazės palaikymas. Mitochondrijų ir ATP kiekio vaidmuo ląstelės žūties procesuose.  Mitochondrinės ligos. Energetinis metabolizmas senėjant, neurodegeneracinių, neurologinių, vėžinių susirgimų ir kitų ligų atveju.	6		3					<b>9</b>	<b>15</b>	Savarankiškas gilinimasis į temą, naudojant medžiagą kurso virtualioje mokymosi aplinkoje, mokslinės literatūros analizė, žodinio pranešimo rengimas, pasiruošimas diskusijai seminare.
<b>10. Ląstelės bioenergetinių procesų reguliavimo mechanizmai.</b> Fizinio aktyvumo įtaka skeleto raumenų ląstelių metabolizmui ir bioenergetiniams procesams. Kreatino kinazės / fosfokreatino sistema. Dopingas. Mitybos įtaka organizmo ląstelių energetiniams virsmams.	2		1					<b>3</b>	<b>6</b>	Savarankiškas gilinimasis į temą, naudojant medžiagą kurso virtualioje mokymosi aplinkoje, mokslinės literatūros analizė, žodinio pranešimo rengimas, pasiruošimas diskusijai seminare.
<b>11. Taikomoji bioenergetika.</b> Vaistai, insekticidai, akaricidai ir t. t. Bioenergetiniai biožymenys. Biologiniai kuro elementai.	2		1					<b>3</b>	<b>6</b>	Savarankiškas gilinimasis į temą, naudojant medžiagą kurso virtualioje mokymosi aplinkoje, mokslinės literatūros analizė, žodinio pranešimo rengimas, pasiruošimas diskusijai seminare.
<b>Iš viso:</b>	<b>32</b>		<b>16</b>					<b>48</b>	<b>85</b>	

Vertinimo būdas	Svoris, %	Atsiskaitymo laikas	Vertinimo kriterijai
Tarpinis egzaminas	40	15-a semestro savaitė	<p>Apklausa raštu (virtuali mokymosi aplinka) iš klausimų, apimančių 1-11 temas (30-40 klausimų testas ir 3-4 atviri klausimai; atsakymai vertinami taškais, atsižvelgiant į klausimų sudėtingumą).</p> <p>Įvertinimo ribos:  95-100 % atsakytų klausimų – įvertinimas 10 (puikiai),  85-94 % atsakytų klausimų – įvertinimas 9 (l. gerai),  75-84 % atsakytų klausimų – įvertinimas 8 (gerai),  65-74 % atsakytų klausimų – įvertinimas 7 (vidutiniškai),  55-64 % atsakytų klausimų – įvertinimas 6 (patenkinamai),  45-54 % atsakytų klausimų – įvertinimas 5 (silpnai),  &lt;45 % atsakytų klausimų – įvertinimas ≤4 (nepatenkinamai).</p>
Žodinis pranešimas pasirinkta tema (20-25 min. trukmės)	30	Seminarų metu	<p>Įvertinimas 10 (puikiai). Pranešimui pasirinkta aktuali tema, jis parengtas remiantis naujausia moksline literatūra. Pristatoma tema išsamiai išnagrinėta. Pranešimo struktūra nuosekli ir logiška. Pateikiama vaizdinė informacija stilistiškai tvarkinga, be rašybos klaidų.</p> <p>Įvertinimas 5 (silpnai). Tema atskleista nepakankamai išsamiai. Pranešimo dėstymui trūksta logikos ir / ar tvarkos.</p> <p>0 balų (0 %). Darbas neatliktas arba pasirinkta tema atskleista netinkamai.</p>
Mokslinio projekto parengimas	30	Iki 13-os semestro savaitės	<p>Įvertinimas 10 (puikiai). Uždaviniai, metodai ir darbo planas racionalūs. Projekto struktūra nuosekli ir logiška. Pateikiamas darbas stilistiškai tvarkingas, be rašybos klaidų.</p> <p>Įvertinimas 5 (silpnai). Uždaviniai, metodai ir darbo planas nepakankamai racionalūs. Projekto aprašymui trūksta logikos ir / ar tvarkos.</p> <p>0 balų (0 %). Darbas neatliktas arba atliktas netinkamai.</p>
Iš viso:	100		Galutinį pažymį sudaro visų jį formuojančių dalių įverčių suma. Galutinis pažymys formuojamas tik tuo atveju, jei visi atsiskaitymai yra įvertinti ne mažesniu pažymiu nei 5 (silpnai).

## Rekomenduojama literatūra

Autorius	Leidimo metai	Pavadinimas	Leidimo vieta ir leidykla ar internetinė nuoroda	Knygų skaičius universiteto bibliotekoje
<b>Privalomoji literatūra</b>				
Virtuali kurso aplinka (paskaitų medžiaga, užduočių medžiaga, seminarų medžiaga, naujausi mokslinės literatūros šaltiniai)	Sukurta 2018, atnaujina nuolat	Bioenergetika	<a href="https://moodle.esec.vu.lt">https://moodle.esec.vu.lt</a>	
R. Daugelavičius	2008	Ląstelės molekulinė energetika, mokomoji knyga	KTU leidykla „Technologija“	50
<b>Papildoma literatūra</b>				
D.G. Nicholls, S.J. Ferguson	2013	Bioenergetics 4	London, Academic Press	2
V. P. Skulachev, A. V. Bogachev, F. O. Kasparinsky	2012	Principles of Bioenergetics	Berlin Heidelberg, Springer-Verlag	
J. Kadziauskas	2008	Biologinės membranos, mokomoji knyga	KTU leidykla „Technologija“	50
J. A. Illingworth		Oxidative Phosphorylation Home Page	<a href="http://www.bmb.leeds.ac.uk/illingworth/oxphos/">http://www.bmb.leeds.ac.uk/illingworth/oxphos/</a>	