

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет биоинженерии и биоинформатики

УТВЕРЖДАЮ

Декан
факультета биоинженерии
и биоинформатики,
академик

_____/В.П. Скулачев /

« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

Биоэнергетика

Уровень высшего образования:

специалитет

Направление подготовки (специальность):

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Форма обучения:

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Ученым советом факультета

(протокол № _____, _____)

Москва 20__

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по специальности 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика» (программы специалитета) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2016, 2017, 2018, 2019.

© Факультет биоинженерии и биоинформатики МГУ имени М.В. Ломоносова

Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель курса - познание молекулярных механизмов преобразования энергии в живых организмах.

Задачи курса:

- изложение основных сведений о механизмах преобразования энергии в живых организмах
- рассмотрение систем субстратного, фото- и окислительного фосфорилирования, поставляющих всю энергию, необходимую для жизнедеятельности организмов
- описание путей генерации мембранных форм энергии, а также их использования для синтеза АТФ, аккумуляции химических веществ в клетках и органеллах, подвижности бактерий, образования тепла в целях терморегуляции и т.д.
- рассмотрение путей практического применения биоэнергетики для отмены программы старения организма

1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО – вариативная часть, профессиональный цикл, курс V – семестр 9.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: *освоение дисциплины «Физика», «Физическая химия», «Органическая химия» и «Биохимия».*

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Знать:

- *основные механизмы преобразования энергии в живых организмах.*

4. Формат обучения - лекционные и семинарские занятия

5. Объем дисциплины составляет 3 з.е., в том числе 56 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 52 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

6. Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, Форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) Виды контактной работы, часы			Самостоятельная работа обучающегося, часы (виды самостоятельной работы – эссе, реферат, контрольная работа и пр. – указываются при необходимости)
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Принципы биоэнергетики					
Тема 1. Описание основных принципов преобразования	8	2	2	4	4

энергии в живых организмах.					
Раздел 2. Генераторы протонного потенциала					
Тема 1. Хлорофильные генераторы протонного потенциала.	8	2	2	4	4
Тема 2. Органотрофная энергетика.	8	2	2	4	4
Тема 3. Дыхательная цепь.	8	2	2	4	4
Тема 4. Строение дыхательных цепей прокариот, а также митохондрий простейших, растений и грибов.	4	1	1	2	2
Тема 5. Бактериородопсин.	4	1	1	2	2
Раздел 3. Потребители протонного потенциала					
Тема 1. Химическая работа за счет энергии протонного потенциала.	8	2	2	4	4
Тема 2. Механическая работа за счет энергии протонного потенциала: движение бактерий.	8	2	2	4	4
Тема 3. Осмотическая работа за счет энергии протонного потенциала.	8	2	2	4	4
Тема 4. Протонный потенциал как источник энергии для образования теплоты.	10	3	3	6	4
Раздел 4. Взаимосвязь и регуляция генераторов и потребителей протонного потенциала					
Тема 1. Регуляция, транспорт и стабилизация протонного потенциала.	11	3	3	6	5
Тема 2. Натриевый мир.	11	3	3	6	5
Тема 3. Опыт практического применения биоэнергетики: активные формы кислорода и	11	3	3	6	5
Промежуточная аттестация: экзамен					1 (количество часов, отведенных на промежуточную аттестацию)
Итого	108	56			52

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Рассчитать коэффициент полезного действия фотосинтетической электрон-транспортной цепи хлоропластов (количество запасенной энергии, нормированной на энергию светового кванта с длиной волны 700 нм) для (1) циклического и (2) ациклического механизмов функционирования.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

I. Общие вопросы биоэнергетики

1. Биоэнергетика в системе биологических наук.
2. АТФ, $\Delta \bar{\mu} H$ и $\Delta \bar{\mu} Na$ - конвертируемые формы энергии в клетке.
3. Три закона биоэнергетики.
4. Свойства АТФ, определяющие его роль в энергетике клетки. Понятие макроэргических соединений.
5. Природа и свойства $\Delta \bar{\mu} H$.
6. Протонный цикл Митчела.
7. Эволюция биоэнергетических систем.

II. Запасание энергии бактериями, содержащими бактериохлорофилл.

1. Путь циклического переноса электронов у пурпурных бактерий.
2. Комплекс фотосинтетических реакционных центров у пурпурных бактерий.
3. КоQH₂-цит. c₂-редуктаза пурпурных бактерий. Q-цикл.
4. Нециклический перенос электронов у зеленых бактерий.

III. Энергетическая система хлоропластов.

1. Структура хлоропластов.
2. Путь переноса электронов и набор генераторов $\Delta \bar{\mu} H$ в мембране тилакоидов.

IV. Пути унификации энергетических ресурсов при аэробном типе энергетике.

1. Общий план унификации биологического "топлива". Цепь реакций гликолиза, цикл трикарбоновых кислот, система β -окисления жирных кислот и их связь с дыхательной цепью.
2. Свойства субстратного фосфорилирования, отличающие его от мембранного фосфорилирования.
3. Гликолитическая оксидоредукция.
4. Энолазная реакция.
5. Окислительное декарбоксилирование кетокилот.

V. Дыхательная цепь.

1. NADH-КоQ-редуктазный комплекс.

2. Комплекс цитохромов bc_1 .
3. Строение и свойства цитохромоксидазного генератора $\Delta \bar{\mu} H$.

VI. Особые типы энергообеспечения.

1. Энергетика митохондрий аскарид и бактерий, использующих начальные этапы дыхательной цепи.
2. Энергетика бактерий, использующих среднюю часть дыхательной цепи.
3. Энергетика бактерий, использующих конечные этапы дыхательной цепи.

VII. Бактериородопсиновый фотосинтез.

1. Состав и строение бактериородопсиновых бляшек.
2. Фотохимический цикл бактериородопсина.
3. Бактериородопсин как простейший протонный насос. Прямое измерение генерации фототока бактериородопсином. Устройство бактериородопсинового генератора.
4. Другие ретиналь-содержащие белки.

VIII. H^+ -АТФазы - вторичные генераторы $\Delta \bar{\mu} H$.

1. H^+ -АТФаза анаэробных бактерий.
2. H^+ -АТФаза тонопласта, секреторных гранул и лизосом.
3. H^+ -АТФаза плазматической мембраны растений и грибов.

IX. Потребители $\bar{\mu} H$.

1. H^+ -АТФ-синтаза. Факторы F_0 и F_1 . Механизм синтеза и гидролиза АТФ. Ротор и статор в комплексе F_0F_1 .
 H^+ -пирофосфат-синтаза.
2. Особенности механизма и энергетики трансгидрогеназной реакции.
3. Виды осмотической работы. Роль $\Delta \Psi$ и ΔpH . Роль антипорта АДФ/АТФ и симпорта фосфат +
 H^+ в энергетике клетки. Роль карнитина. АВС-АТФаза.
4. Механическая работа $\Delta \bar{\mu} H$. Движение бактерий: устройство двигательного аппарата и его энергообеспечение.
5. Терморегуляторная функция $\Delta \bar{\mu} H$.

X. Гигантские митохондрии. Латеральный транспорт энергии вдоль митохондриальной мембраны.

XI. Роль Na⁺ в мембранной энергетике.

1. Системы стабилизации $\Delta \bar{\mu} H$: градиенты ионов K⁺ и Na⁺ и механизмы их образования у бактерий.
2. Натриевый цикл морских щелочеустойчивых и анаэробных бактерий: генерация $\Delta \bar{\mu} Na$ в дыхательной цепи и при декарбоксилировании; использование $\Delta \bar{\mu} Na$ при совершении химической, механической и осмотической работы.
3. Осмотическая работа внешней мембраны животной клетки.

XII. Проблема токсичности кислорода.

1. Способы защиты организма от кислорода: снижение [O₂], антиоксиданты, свободное окисление, разобщение окисления и фосфорилирования, поры во внутренней мембране митохондрий, митоптоз, апоптоз, коллективный апоптоз.

XIII. Концепция фенотоза и роль активных форм кислорода в этом явлении

1. Улучшение природы человека как сверхзадача биологии XXI века. Тирания генома. Задача отмены программ выгодных для эволюции генома, но вредных для индивида. Программы фенотоза – биохимического самоубийства организма: острый фенотоз однократно размножающихся организмов или организмов, попавших в критическую ситуацию («принцип Баиса»); старение как медленный фенотоз.
2. Активные формы кислорода (АФК) и их роль в явлениях фенотоза.
3. Антиоксиданты, адресованные в митохондрии, как способ борьбы с фенотическими программами.

XIV. Антиоксиданты, адресованные в митохондрии, как способ борьбы с фенотическими программами.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: основные механизмы преобразования	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания

энергии в живых организмах.				
Умения:	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Владения:	Навыки владения отсутствуют	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной литературы
- Скулачев В. П., Богачев А. В., Каспаринский Ф. О. Мембранная биоэнергетика. — Издательство Московского университета Москва, 2010. — 367 с.
- Перечень лицензионного программного обеспечения (при необходимости)
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
Библиотека научных статей PubMed <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
- Описание материально-технического обеспечения: учебная аудитория, проектор, ноутбук, презентер.