

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

А. Л. Толстик

22 июня 2017 г.

Регистрационный № УД - 3975/уч.

Эволюционная биохимия

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1-31 01 02 Биохимия**

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 02-2013 и учебных планов УВО № G31-130/уч. 2013 г. и № G31з-158/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Шапчиц Мария Павловна, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биохимии Белорусского государственного университета (протокол № 14 от 27 апреля 2017 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 11 мая 2017 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по дисциплине «Эволюционная биохимия» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-31 01 02 «Биохимия». Учебная дисциплина «Эволюционная биохимия» относится к компоненту УВО цикла специальных дисциплин учебных планов.

Эволюционная биохимия – один из специальных разделов биохимии. Это отрасль знания тесно связана со многими науками, особенно с эволюционной биологией, биофизикой, молекулярной биологией, энзимологией, физиологией, патофизиологией и экологией.

Эволюционная биология и биохимия, как правило, рассматриваются отдельно, но многие фундаментальные вопросы требуют рассмотрения на стыке этих областей наук. Эволюционная биохимия занимается анализом биохимических механизмов и эволюционных процессов с целью объяснения роли структуры биологических молекул в эволюции. Интеграция эволюции с биохимией ведет к более полному пониманию свойств биологических молекул, которыми они обладают.

Информация, полученная при изучении биохимических механизмов, которые определяют качественное и количественное своеобразие метаболических функций, ход процессов газообмена, постоянство внутриклеточной среды (рН, осмотического давления), необходимое для функциональной активности макромолекул, и использование доступных источников энергии, помогает понять само существо процессов биохимической адаптации.

Успехи молекулярной биологии открыли возможность изучения филогенеза организмов на генотипическом уровне. Однако нужно отметить, что многие мутации с внешне не выраженным морфологическим эффектом могут играть большую роль в генезисе заболеваний, что отчетливо проявляется только на биохимическом уровне.

Отдельные биохимические аспекты эволюции изучены более детально, хотя остается много дискуссионных вопросов и противоречивых данных. Тем не менее, в эволюционной биохимии существует значительная область практического применения теоретических знаний в ряде специальностей биологического, медицинского и ветеринарного направлений: биохимия внутриутробного развития, наследуемые заболевания, биохимия детского возраста, физиология и патологическая физиология человека и животных, геронтология и др.

Вместе с тем становится все очевиднее, что представление о процессе эволюции, чтобы стать более удовлетворительным, должно охватывать физиологический, биохимический и биофизический аспекты эволюции живого и опираться на знание основополагающих функциональных и биохимических закономерностей эволюции.

Цель учебной дисциплины – формирование представлений об основных теоретических и методологических подходах к изучению биохимических

механизмов эволюции живых организмов, применение полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач.

В задачи учебной дисциплины входит:

- рассмотрение механизмов и стратегий биохимической адаптации;
- изучение происхождения и свойств гомологичных белков;
- сравнительный анализ биохимии прокариот и эукариот;
- рассмотрение биохимических подходов к исследованию эволюции;
- формирование представлений о принципах использования знаний о биохимических механизмах эволюции живых организмов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные закономерности эволюции живых организмов;
- теоретическую и практическую значимость эволюционной биохимии;
- биохимические механизмы передачи наследственной информации между живыми организмами;
- химический состав и молекулярные основы функционирования биологических объектов;
- биохимические механизмы передачи наследственной информации между живыми организмами;
- молекулярные аспекты раннего и позднего онтогенеза;
- основные пути катаболизма и анаболизма низкомолекулярных биорегуляторов и биополимеров;
- источники энергетического и пластического обеспечения метаболизма в живых системах и особенности регуляции;
- биохимические основы защиты клеток от повреждающих воздействий;
- основные биохимические понятия и термины;

уметь:

- использовать справочники и метаболическую карту для анализа процессов жизнедеятельности;
- устанавливать связь между структурными особенностями природных соединений и их метаболическими превращениями в организме человека и животных, микроорганизмов и растений;
- использовать полученные знания для решения проблем адаптации в норме и при патологии;

владеть:

- навыками решения ситуационных задач по биохимическим механизмам адаптации.

В соответствии с образовательным стандартом по специальности 1-31 01 02 Биохимия изучение учебной дисциплины «Эволюционная биохимия» должно обеспечить формирование у студента следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-5. Составлять и вести документацию по научным проектам исследований.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

ПК-12. Подбирать соответствующее оборудование, аппаратуру, приборы и инструменты и использовать их при осуществлении производственной деятельности;

ПК-13. Учитывать основные принципы организации производств при выполнении профессиональной деятельности и обоснованно формулировать рекомендации по совершенствованию технологического процесса;

ПК-22. Анализировать и оценивать собранные данные.

ПК-25. Пользоваться глобальными информационными ресурсами.

Программа учебной дисциплины составлена с учетом междисциплинарных связей и программ по смежным дисциплинам химического и биологического профиля («Метаболическая биохимия», «Метаболическая инженерия» и др.)

В соответствии с учебным планом очной формы получения образования программа рассчитана на 90 часов, из них аудиторных 44 часа. Распределение по видам занятий: лекции – 26 часа, практические занятия – 14 часов, аудиторный контроль управляемой самостоятельной работы – 4 часа. Изучение учебной дисциплины осуществляется в 9 семестре.

В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования программа рассчитана на 90 часов, из них аудиторных 12 часов. Распределение по видам занятий: лекции – 10 часов, практические занятия – 2 часа. Изучение учебной дисциплины осуществляется в 9-10 семестрах.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ

Признаки живой материи и происхождение жизни на Земле. Образование компонентов биохимических макромолекул в простых пребиотических реакциях. Представления о биохимической эволюции. Основные принципы биохимической эволюции. Биохимическая эволюция *in vitro*. Матричные синтезы, структура белков и эволюция. Молекулярные механизмы многоклеточности.

II. ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И СТРАТЕГИИ БИОХИМИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ

Фундаментальные механизмы биохимической адаптации.

Представление о биохимической адаптации. Функции адаптаций. Биохимические механизмы, определяющие качественное и количественное разнообразие метаболических функций. Адаптивные изменения ферментных систем. Адаптация на уровне микроокружения макромолекул. Адаптация путем изменения метаболической активности. Скорость биохимической адаптации и ее связь с имеющимися адаптивными механизмами. Компенсаторная и наступательная адаптация.

Адаптация ферментов к метаболическим функциям. Сущность проблемы регуляции. Изозимы. Тонкие и грубые механизмы регуляции. Ферменты как защитные приспособления. Влияние отбора на структуру и функции ферментов.

Особенности метаболизма в условиях аноксии. Приведение доступности субстрата в соответствие с энергетическими потребностями организма. Разрешение проблемы конечных продуктов. Восстановление метаболического гомеостаза.

Адаптации, связанные с водными растворами. Эволюционные и регуляторные аспекты. Основные стратегии адаптации к изменениям осмотического давления. Обзор стратегий накопления органических осмолитов. Совместимость осмолитов. Регулирование концентраций совместимых растворенных веществ. Стратегия взаимокомпенсирующих растворенных веществ. Влияние совместимых и взаимокомпенсирующих растворенных веществ на структуру белка. Взаимодействия моносахаридов с белками. Оптимальная величина pH и состав буферных систем.

III. БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ЭВОЛЮЦИИ

Происхождение гомологичных белков от общего предка. Использование статистического анализа выравнивания последовательностей для оценки гомологии белков. Роль анализа третичной структуры белков в понимании эволюционных процессов. Консерватизм третичной структуры по сравнению с первичной структурой белков. Возможность построения эволюционных деревьев на основании информации последовательности нуклеотидов и аминокислот в биополимерах.

IV. БИОХИМИЯ ПРОКАРИОТ И ЭУКАРИОТ

Форма, функции и строение прокариот. Источники метаболической энергии для прокариот. Классификация прокариот и эукариот. Особенности организации наследственного материала прокариот и эукариот. Эволюция генома прокариот и эукариот. Сравнительная характеристика синтеза белков у прокариот и эукариот.

V. ДЫХАТЕЛЬНЫЕ БЕЛКИ И ФИЛОГЕНЕЗ ГЕМОГЛОБИНА

Филогенез, структура и функции металлопротеидов. Многообразие кислородпереносящих белков. Филогенез гемсодержащих белков. Функция гемоглобинов и ее регуляция. Связывание протонов и модуляция гемоглобина. Филогенез и адаптивное изменение свойств гемоглобинов позвоночных. Варианты гемоглобинов. Адаптация дыхательных белков у беспозвоночных.

VI. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Свободнорадикальные реакции в эпигеномной регуляции развития в эмбриональных клетках. Мультигенные семейства и их роль в индивидуальном развитии. Дифференциальная чувствительность эмбриональных клеток к внешним воздействиям и ее биохимический фон. Специфика и значение химического состава цитоплазмы яйцеклетки. Запасание информационных молекул в оогенезе и их роль в регуляции раннего развития.

Биохимия клеточного цикла, регуляторные факторы. Синтезы макромолекул в разных фазах цикла. Особенности клеточного цикла в раннем эмбриогенезе. Дифференциальная активность генов – основа дифференцировки. Активация синтеза различных видов РНК в ходе раннего развития. Методы изучения состава белков в развитии. Синтез белков в раннем эмбриогенезе. Специфические белковые синтезы при цитодифференцировке.

VII. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕКА

Основные события и биохимические процессы в раннем онтогенезе человека. Особенности обмена углеводов, липидов, белков, аминокислот, окислительных процессов и энергетического обмена, свободнорадикальных процессов. Характеристика водно-минерального обмена. Особенности эндокринной регуляции и витаминного баланса. Особенности метаболизма тканей (соединительной ткани, мышечной ткани, нервной ткани). Биохимия роста. Биохимия репродуктивного возраста. Биохимия старения и старости. Характеристика транспорта белков, липидов, активность ферментов, динамика содержания глюкозы, билирубина, креатинина, мочевины, мочевой кислоты. Возрастные изменения метаболизма как причина развития метаболического синдрома и типичных возрастных заболеваний.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Введение	2	4					
2.	Основные механизмы и стратегии биохимической адаптации		4				2	Тестовые задания
2.1	Фундаментальные механизмы биохимической адаптации	2						
2.2	Адаптация ферментов к метаболическим функциям.	2						
2.3	Особенности метаболизма в условиях аноксии	2						
2.4	Адаптации, связанные с водными растворами	2						
3.	Биохимические подходы к исследованию эволюции		4				2	Тестовые задания
3.1	Оценка степени гомологичности белков	2						
3.2	Выделение наименее мутабельных фрагментов белков	2						
4.	Биохимия прокариот и эукариот	2						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5.	Дыхательные белки и филогенез гемоглобина	2						Тестовые задания
6.	Молекулярно-генетические и биохимические основы эмбрионального развития							Тестовые задания
6.1	Дифференциальная чувствительность эмбриональных клеток к внешним воздействиям и ее биохимический фон	2						
6.2	Изменение синтеза РНК и белков в ходе раннего развития	2						
7.	Основные особенности метаболизма на разных стадиях развития человека		2					Тестовые задания
7.1	Биохимия эмбрионального и постэмбрионального развития человека	2						
7.2	Биохимические особенности жизнедеятельности человека в интервале 15-90 лет	2						

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Введение	2						
2.	Основные механизмы и стратегии биохимической адаптации. Биохимические подходы к исследованию эволюции	2	2					Тестовые задания
3.	Биохимия прокариот и эукариот. Дыхательные белки и филогенез гемоглобина	2						Тестовые задания
4.	Молекулярно-генетические и биохимические основы эмбрионального развития	2						Тестовые задания
5.	Основные особенности метаболизма на разных стадиях развития человека	2						Тестовые задания

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

О с н о в н а я:

1. Чиркин А.А., Данченко Е.О., Бокуть С.Б. Биохимия филогенеза и онтогенеза – Минск: Новое знание; М: Инфа-М, 2012. - 288 с.
2. М. М. Серых, Ю. П. Фролов Эволюционная биохимия - Самара: Самарский университет, 2007. - 236 с.
3. Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. Пер. с англ. М.: Мир, 1988.
4. Чиркин, А.А. Биохимия с основами генной инженерии / А.А.Чиркин – Витебск: УО «ВГУ им. П.М.Машерова, 2010. – 181 с.
5. Чиркин А.А., Данченко Е.О. Биохимия: Учебное руководство. М.: Мед. лит., 2010. – 624 с.
6. Бокуть, С.Б. Молекулярная биология: молекулярные механизмы хранения, воспроизведения и реализации генетической информации: учеб. пособие / С.Б.Бокуть, Н.В.Герасимович, А.А.Милютин. – Мн.: Выш. шк., 2005. – 463 с.
7. Ярыгин, В.Н. (ред.) Биология. Т.1. – М.: Высшая школа, 2003. – 432 с.
8. Титок М.А. Молекулярные аспекты эволюции – Мн: Изд-во БГУ, 2011.
9. Bhavesh H. Patel et al Common origins of RNA, protein and lipid precursors in a cyanosulfidic protometabolism / Bhavesh H. Patel, Claudia Percivalle, Dougal J. Ritson, Colm D. Duffy and John D. Sutherland // Nature Chemistry 7, 301–307 (2015).

Д о п о л н и т е л ь н а я:

1. Журнал эволюционной биохимии и физиологии = Journal of evolutionary biochemistry and physiology/ РАН, Ин-т эволюц. биохимии и физиологии . - Издается с 1965 г. - Выходит раз в два месяца
2. Кунин Е.В. Логика случая – М.: Центрполиграф. 2014.
3. Деборин Д., Павловский Т., Дозе К., Фокс С. Происхождение жизни и эволюционная биохимия Наука 1975
4. Татаринов, Л.П. Современные тенденции в развитии филогенетических исследований // Вестник РАН. – 2004. – т. 74, №6. – С. 515-523.
5. Элиот, В. Биохимия и молекулярная биология / В.Элиот, Д. Элиот. – М.: Изд-во НИИ Биомедицинской химии РАМН, ООО «Материк-альфа», 1999. - 372 с.
6. Репин В.С., Ржанинова А.А., Шаменков Д.А. Эмбриональные стволовые клетки: фундаментальная биология и медицина. М.: РеМетекс, 2002. - 160 с.
7. Ханжин Б.М., Бердышев Г.Д., Ханжина Т.Ф. и др. Проблема практического бессмертия человека: системный подход к вопросам онто- и геронтогенеза при решении проблемы пролонгирования жизни за видовой предел. – М., 2004. – 94 с.

ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Промежуточный зачет по теме «Основные механизмы и стратегии биохимической адаптации».
2. Промежуточный зачет по теме «Биохимические подходы к исследованию эволюции».

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

В качестве формы итогового контроля по дисциплине используется зачет.

Для оценки профессиональных компетенций студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- устные и письменные опросы на практических занятиях;
- выполнение заданий в тестовой форме;
- защита подготовленного студентом реферата.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (очная форма получения образования)

1. Рибозимы (2 часа).
2. Цианосульфидный протометаболизм (2 часа).
3. Филогенез гемсодержащих белков (2 часа).
4. Возможность построения эволюционных деревьев на основании информации последовательности нуклеотидов и аминокислот в биополимерах (2 часа).
5. Специфические белковые синтезы при цитодифференцировке (2 часа).
6. Особенности метаболизма у новорожденных и детей грудного возраста (2 часа).
7. Возраст и обмен веществ (2 часа).

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ (заочная форма получения образования)

1. Представления о биохимической эволюции (2 часа).

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендуется использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа курса, учебно-методический комплекс, методические указания к лабораторным занятиям, задания в тестовой форме, темы рефератов, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов и др.).

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в соответствии со следующими нормативными документами:

1) ПРАВИЛА проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утвержденные Постановлением Министерства образования Республики Беларусь 29.05.2012 № 53;

2) ПОЛОЖЕНИЕ о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в Белорусском государственном университете, утвержденное Приказом ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД;

3) Критерии оценки и компетенций студентов по 10-ти балльной шкале, утвержденные Приказом Министерства образования Республики Беларусь от 22.12.2003 №21-04-1/105.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
Метаболическая биохимия	Кафедра биохимии	Отсутствует Зав. кафедрой доцент Семак И.В.	Утвердить согласование Протокол № 14 от 27 апреля 2017г.
Метаболическая инженерия	Кафедра биохимии	Отсутствует Зав. кафедрой доцент Семак И.В.	Утвердить согласование Протокол № 14 от 27 апреля 2017г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
на ____/____ учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № __ от ____20 г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

И.В. Семак
(И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

В.В. Лысак
(И.О.Фамилия)