

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное учреждение  
высшего профессионального образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

"\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Биосенсорика мембран М1.ДВ.1

Направление подготовки: 020400.68 - Биология

Профиль подготовки: Физиология растений

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Якушенкова Т.П.

**Рецензент(ы):**

Багаева Т.В. , Тимофеева Ольга Арнольдовна

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) старший лаборант Якушenkova Т.П. кафедра физиологии и биохимии растений ИФМиБ отделение биологии и биотехнологии , Tatyana.Yakushenkova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Одно из направлений современной биологии посвящено исследованию биологических мембран. Выяснения их строения, биогенеза, механизмов функционирования, связанных с проницаемостью, транспортом веществ, действием ассоциированных с мембранами ферментов, рецепторов и др. В данном курсе рассматриваются молекулярно-мембранные аспекты клеточной рецепции и межклеточных взаимодействий касающиеся прежде всего иммунных реакций организма, гормонального контроля роста и метаболизма, эмбрионального развития. Исходя из этого, спецкурс обобщает имеющиеся в литературе многочисленные сведения о биохимии клеточных мембран, в частности значение сенсорики биологических мембран для решения прикладных задач биологии, медицины, сельского хозяйства.

Цель курса - формирование у студентов, специализирующихся по физиологии и биохимии растений, системы представлений о роли клеточных рецепторов в решении основных вопросов функционирования биологических мембран.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " М1.ДВ.1 Общенаучный" основной образовательной программы 020400.68 Биология и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Для эффективного использования знаний по мембранологии необходимо обладать компетентностью в самых разнообразных областях науки - глубокими базовыми знаниями биохимии, экологии, микробиологии, физиологии растений и животных, аспектов физико-химической биологии, биофизики, математики, компьютерных технологий. Это определяет изучение сенсорики мембран магистрами 2-го курса, уже получившими подготовку по вышеуказанным учебным дисциплинам

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	использует методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов
ПК-3 (профессиональные компетенции)	демонстрирует знание принципов структурной и функциональной организации биологических объектов и механизмов гомеостатической регуляции; применяет основные физиологические методы анализа и оценки состояния живых систем
ПК-4 (профессиональные компетенции)	демонстрирует знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- методологию исследования и практическое применение естественных и искусственных биологических мембран;
- биохимию рецепторов биологических мембран и их роль в организации и функционировании клетки;
- новейшие достижения в области исследования биологических мембран

2. должен уметь:

- использовать методы теоретического и экспериментального исследования для изучения плазматических мембран и мембран внутриклеточных органоидов;
- использовать знания биохимии рецепторов биологических мембран и их роли в трансдукции клеточных ответов для решения теоретических и практических задач.

3. должен владеть:

- современными методами исследования в области мембранологии;
- теоретическими знаниями по составу, организации, свойствам, биогенезу, механизмам функционирования рецепторов биологических мембран, характеристике и взаимодействию мембранных рецепторов.

Эффективно использовать знания по мембранологии, в частности по сенсорике биологических мембран для решения прикладных задач биологии, медицины, сельского хозяйства.

**4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

Общая трудоемкость дисциплины составляет зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

**4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю**

**Тематический план дисциплины/модуля**

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	

1.	Тема 1. Введение. Сенсорика биологических мембран-дисциплина, формирующая представления о молекулярно-мембранных						
----	--	--	--	--	--	--	--

аспектах клеточной рецепции и межклеточных взаимоотношений

1

1

2

3

0

домашнее задание

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Химическая состав и строение биологических мембран. Липиды и белки клеточных мембран.	1	5	2	4	0	домашнее задание
3.	Тема 3. Организация клеточных рецепторов. Биологические функции клеточных рецепторов: лигандсвязывающая, эффекторная.	1	3	2	4	0	презентация
4.	Тема 4. Принципы структурной организации активных клеточных рецепторов. Синтез и катаболизм рецепторных белков	1	2	2	5	0	реферат контрольная точка
5.	Тема 5. Рецепторы элиситорных сигналов. Характеристика мембранных глико и липопротеинов	1	1	2	2	0	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	зачет
	Итого			10	18	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Введение. Сенсорика биологических мембран-дисциплина, формирующая представления о молекулярно-мембранных аспектах клеточной рецепции и межклеточных взаимоотношений**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

**ВВЕДЕНИЕ** Сенсорика биологических мембран - дисциплина, формирующая представления о структуре, свойствах, биогенезе, механизмах функционирования биологических мембран и их роли в жизнедеятельности клетки. Молекулярно-мембранные аспекты клеточной рецепции и межклеточных взаимодействий. Функциональная роль мембранных клеточных рецепторов в жизнедеятельности клетки: регуляция биохимических процессов, транспорта в клетку метаболитов, клеточная пролиферация, экспрессия метаболитов.

**практическое занятие (3 часа(ов)):**

**Тема 2. Химическая состав и строение биологических мембран. Липиды и белки клеточных мембран.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРОЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕМБРАН** Липиды и белки клеточных мембран. Строение и функции биологических мембран. Классификация мембранных липидов. Распространенность отдельных представителей липидов в мембранах клеток животных, растений, грибов, бактерий. Специфические мембранные липиды галофильных солелюбивых, метаноб-разующих и термоацидофильных бактерий и их значение. Общая характеристика жирнокислотного состава мембранных липидов животных, растений, микроорганизмов. Редко встречаемые представители жирных кислот. Биогенез клеточных мембран и метаболизм мембранных липидов. Биогенез жирных кислот у животных, растений, микроорганизмов. Пути биогенеза и деградации фосфатидилглицеринов, плазмалогенов. Альтернативные пути биосинтеза и деградации сфингомиелинов и гликолипидов. Гликолипиды ганглио-, глобо-, лакто- типов. Метаболизм холестерина и других стеролов. Содержание холестерина в мембранах различного типа и его роль. Функции липидов в мембранах. Организация липидного бислоя. Динамическое состояние липидов в мембране. Время полужизни. Асимметрия бислоя. Фазовые переходы. Адаптационная роль мембранных липидов. Нерешенные проблемы распределения липидов и геометрии бислоя. Внутриклеточный транспорт фосфолипидов, гликолипидов и холестерина. Интегральные и периферические белки. Конформации и организация мембранных белков. Особенности организации мембраносвязанных и амфитропных белков. Характер взаимодействия белков с липидами. Влияние белков на состояние бислоя. Биосинтез мембранных белков и встраивание их в мембрану. Функции мембранных белков: каталитическая, рецепторная и структурная. Мембранные ферменты и их особенности. Примеры строения и свойств некоторых мембранных белков.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

**Тема 3. Организация клеточных рецепторов. Биологические функции клеточных рецепторов: лигандсвязывающая, эффекторная.**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

**ОРГАНИЗАЦИЯ КЛЕТОЧНЫХ РЕЦЕПТОРОВ.** Рецепторы клеточных мембран - мембранные белки, пронизывающие цитоплазматическую мембрану. Связь рецепторных белков с клеточной мембраной. Методы элюции рецепторных белков. Маркировка рецепторов реакционно-способными соединениями ?метка по сродству?. Молекулярные характеристики клеточных рецепторов. Роль различных полипептидных цепей входящих в молекулу рецепторов. Конформационные переходы молекулы рецептора (шарнирные участки) обеспечивают связывание лиганда и молекул рецептора. Агрегация рецепторов. Способность рецепторов перемещаться с клеточной поверхности во внутренние части клетки-интернализация. Первый этап интернализации образование рецептосомы, второй этап ? слияние рецептосомы с лизосомами, третий этап диссоциация комплекса лиганд - рецептор. Рециклирование рецептора. Рецепторы клеточных мембран - мембранные белки, пронизывающие цитоплазматическую мембрану. Связь рецепторных белков с клеточной мембраной. Методы элюции рецепторных белков. Маркировка рецепторов реакционно-способными соединениями ?метка по сродству?. Молекулярные характеристики клеточных рецепторов. Роль различных полипептидных цепей входящих в молекулу рецепторов. Конформационные переходы молекулы рецептора (шарнирные участки) обеспечивают связывание лиганда и молекул рецептора. Агрегация рецепторов. Способность рецепторов перемещаться с клеточной поверхности во внутренние части клетки-интернализация. Первый этап интернализации ? образование рецептосомы, второй этап ? слияние рецептосомы с лизосомами, третий этап диссоциация комплекса лиганд - рецептор. Рециклирование рецептора. **БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ КЛЕТОЧНЫХ РЕЦЕПТОРОВ: ЛИГАНДСВЯЗЫВАЮЩАЯ, ЭФЕКТОРНАЯ.** Ферментативная функция клеточных рецепторов. Влияние лиганда на аллостерическую активацию ферментативной функции рецепторного белка, активация рецептора лигандом. Взаимодействие мембранных рецепторов с белками ядерного матрикса и ДНК. Регуляция экспрессии генома. Связь транспортных белков и клеточных мембранных рецепторов определяет регуляцию транспорта веществ.

**практическое занятие (4 часа(ов)):**

**Тема 4. Принципы структурной организации активных клеточных рецепторов. Синтез и катаболизм рецепторных белков**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

**ПРИНЦИПЫ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ АКТИВНЫХ КЛЕТОЧНЫХ РЕЦЕПТОРОВ.** Структура лигандсвязывающих участков на примере рецепторов Т-лимфоцитов, рецептора эпидермального фактора роста. Единый принцип структурной организации лигандсвязывающих участков рецепторных белков. **СИНТЕЗ И КАТАБОЛИЗМ РЕЦЕПТОРНЫХ БЕЛКОВ** Гены полипептидных цепей иммуноглобулинов и их экспрессия. Биосинтез иммуноглобулиновых рецепторов и его регуляция. Структурные гены антигенсвязывающих рецепторов Т-лимфоцитов. Распад рецепторных белков. Скорости обмена рецептора зависят от специфичности, активности метаболических процессов, периода клеточного цикла. Антирецептор. Взаимодействие внеклеточных участков рецептора и антирецептора приводит к активации мембранных ферментов. Снижение вязкости мембран как фактор определяющий образование крупных агрегатов рецепторов и сброса их с клеточной поверхности. Пути катаболических превращений агрегированных рецепторов: поглощение агрегатов лизосомами, сброс агрегированного материала во внешнюю среду. Регуляция R-белком биосинтеза и ингибирования индукторов, влияние на метаболические процессы в клетке.

**практическое занятие (5 часа(ов)):**

**Тема 5. Рецепторы элиситорных сигналов. Характеристика мембранных глико и липопротеинов**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**



**РЕЦЕПТОРЫ ЭЛИСИТОРНЫХ СИГНАЛОВ** Первичное звено сложной цепи сигнальных событий - взаимодействие элиситора с внеклеточной частью белкового рецептора плазмалеммы. Структура рецепторных белков плазмалеммы растений. Сходные консервативные обогащенные лейцином повторы, необходимы для белок-белкового взаимодействия. Двухкомпонентная система, обладающая свойствами протеинкиназы. Димеризация и олигомеризация важный механизм, используемый в сигнальных системах клеток. Рецепторы стероидных гормонов у растений находятся на плазмалемме. Модели структуры рецепторов-серпентиновый. Рецепторные протеинкиназы, участвующие в патоген-индуцированных защитных реакциях растений. **ХАРАКТЕРИСТИКА МЕМБРАННЫХ ГЛИКО И ЛИ-ПОПРОТЕИНОВ.** Асимметрия бислоя в распределении углеводных компонентов в цитоплазматической и внутренних мембранах клеток. Типы связи углеводных компонентов с белками. Неферментативное гликозилирование. Образование О-гликанов. N-гликозилирование в эндоплазматическом ретикулуле. Доноры моносахаридов в реакциях гликозилирования в клетках животных, растений и микроорганизмов. Образование нуклеотид- и долихосахаров. Реакции синтеза главного компонента олигосахарида (липидный цикл). Нарушение гликозилирования. Минорный компонент. Перенос олигосахарида на растущую полипептидную цепь. Механизмы и особенности посттрансляционной модификации N-гликанов у функционально различных белков в эндоплазматическом ретикулуле и аппарате Гольджи. Роль углеводных компонентов в жизнедеятельности клетки. Теории узнавания клеток. Лектины, роль в клетке и способы их использования. Способы образования мембранных липопротеинов, их характеристика и функциональное значение.

**практическое занятие (2 часа(ов)):**

#### 4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение. Сенсорика биологических мембран-дисциплина, формирующая представления о молекулярно-мембранных аспектах клеточной рецепции и межклеточных взаимоотношений	1	1	подготовка домашнего задания	9	домашнее задание
2.	Тема 2. Химическая состав и строение биологических мембран. Липиды и белки клеточных мембран.	1	5	подготовка домашнего задания	9	домашнее задание
3.	Тема 3. Организация клеточных рецепторов. Биологические функции клеточных рецепторов: лигандсвязывающая, эффекторная.	1	3	подготовка к презентации	9	презентация

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Принципы структурной организации активных клеточных рецепторов. Синтез и катаболизм рецепторных белков	1	2	подготовка к контрольной точке	4	контрольная точка
				подготовка к реферату	6	реферат
5.	Тема 5. Рецепторы элиситорных сигналов. Характеристика мембранных глико и липопротеинов	1	1	подготовка к устному опросу	7	устный опрос
Итого					44	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, написания рефератов, решения задач, тестового компьютерного контроля по темам и разделам курса (модулям). Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 7.1. Основная литература:

1. Геннис Р. Биомембраны: молекулярная структура и функции / Р. Геннис. Пер. с англ. - М.: Мир, 1997.
2. Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе. / И.А. Тарчевский. - Казань.: Фэн, 2001.
3. Глебов Р.Н. Биохимия мембран. Эндоцитоз и экзоцитоз./ Р.Н. Глебов. - М.: Высшая школа, 1997.
4. Биологические мембраны. Методы. / Под ред. Дж. Финдлея, У Эванза. - М.: Мир, 1990.
5. Кульберг Ф.Я. Биохимия мембран. Рецепторы клеточных мембран./ Ф.Я. Кульберг. - М.: Высшая школа, 1987.
6. У. Прайор. Свободные радикалы./ Прайор У. - М.: Мир, 1979.
7. Костюк В.А., Биорадикалы и биоантиоксиданты / В.А. Костюк, А.И. Потапович // Мн.: Изд-во БГУ, 2004.
8. Болдырев А.А. Биомембранология /А.А. Болдырев, Е.И. Квяряйнен, В.А. Илюха// М.: Изд. МГУ, 2006.
9. Биологические мембраны. Методы /Под ред. Дж. Б. Финдлея, У.Г. Эванза// М.: Мир, 1990.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функции белков. / В.М. Степанов. Под ред. академика Спирина. - М.: Высшая школа, 1996.
2. Хьюз Р. Гликопротеины./ Р. Хьюз - М.: Мир, 1985.
3. Фельбертс Б. Молекулярная биология клетки./ Б. Фельбертс и соав. - М.: Мир, 1986.

4. Королев Н.П. Функции лектинов в клетке./ Н.П. Королев. Итоги науки и техники. Серия: Общие проблемы физико-химической биологии, 1984.
5. Слобожанина Е.И Структурная модификация мембран эритроцитов при окислительном стрессе и активность мембраносвязанной NADH-метгемоглобинредуктазы / Е.И. Слобожанина, Л.М. Лукьяненко, Н.М. Козлова // Биофизика. 2000. Т. 45, ♦2, С. 288-292.
6. Козлова Н.М. Окисление мембранных белков и изменение поверхностных свойств эритроцитов /Н.М. Козлова, Е.И. Слобожанина, Е.А. Черницкий // Биофизика. 1998. Т.43, вып. 3. С. 480-483.
7. Козлова Н.М. Влияние восстановленного и окисленного глутатиона на физико-химическое состояние мембран эритроцитов /Н.М.Козлова, Е.И. Слобожанина, А.Н. Антонович, Л.М. Лукьяненко, Е.А. Черницкий // Биофизика. 2001. Т.46, вып.3, С. 467-470.
8. Хайруллина А.Я. Исследование оптических и наноструктурных металлоиндуцированных изменений эритроцитарных мембран методами рассеяния и атомно-силовой микроскопии / А.Я. Хайруллина, Т.В. Ольшевская, Д.С. Филимоненко, В.М. Ясинский, Е.И. Слобожанина, Н.М. Козлова// Оптика и спектроскопия. 2008. Т. 105, ♦ 1. С 168-175.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

Биологические мембраны - [www.ks.uiuc.edu/Services/Class/.../02-biological-membranes.pdf](http://www.ks.uiuc.edu/Services/Class/.../02-biological-membranes.pdf)  
Лучшие обзорные статьи по биохимии в журнале - [www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/PubMed).  
Научные издания в области биохимии мембран - [www.chemport.or](http://www.chemport.or)  
Разнообразную полезную информацию по биохимии мембран можно найти по адресам Московского государственного университета (включая доступ в библиотеку) - [www.msu.su](http://www.msu.su).  
Строение биологических мембран и механизмы транспорта - [themedicalbiochemistrypage.org/membranes.php](http://themedicalbiochemistrypage.org/membranes.php)

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану**

Освоение дисциплины "Биосенсорика мембран" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020400.68 "Биология" и магистерской программе Физиология растений .

Автор(ы):

Якушенкова Т.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Багаева Т.В. \_\_\_\_\_

Тимофеева Ольга Арнольдовна \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.