

Рабочий экземпляр № БГУ-6844/Р1

Белорусский государственный университет



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Л. Толстик

10/04/2016 2016 г.

Регистрационный № УД 244 /уч.

Цитогенетика

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:
1-31 01 01 Биология (по направлениям)
специализаций 1-31 01 01-01 07 и 1-31 01 01-02 07 Генетика**

2016 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013 и учебных планов УВО № G 31з-157/уч. 2013 г., № G 31з-159/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Кожуро Юрий Иосифович, доцент кафедры генетики Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой генетики Белорусского государственного университета (протокол № 19 от 04 мая 2016 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 25 мая 2016 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Цитогенетика» является одним из спецкурсов, предназначенных для студентов специальности 1-31 01 01 Биология (по направлениям) специализаций 1-31 01 01-01 07 и 1-31 01 01-02 07 Генетика.

Цитогенетика – один из основных разделов общей генетики, наука, изучающая особенности структурной организации, воспроизведения, изменения и функционирования хромосом, их поведение в делящихся и неделящихся клетках. Как пограничная наука цитогенетика использует методы генетики и цитологии и тесно связана с разными разделами этих наук — молекулярной генетикой, цитохимией, кариологией, кариосистематикой и др. Подразделяется на общую цитогенетику, изучающую общие клеточные основы наследственности, и цитогенетику растений, животных, человека.

Цель учебной дисциплины – сформировать у студентов целостную систему знаний об особенностях структурной организации, воспроизведении, изменения и функционировании хромосом.

Задачи учебной дисциплины: освоение разных подходов и методов цитогенетического анализа, демонстрация возможностей по их применению; выработка алгоритмов и рекомендаций по выбору соответствующих методов для анализа результатов цитогенетических экспериментов. Спецкурс призван выработать у студентов навыки, позволяющие с позиции основных принципов и логики цитогенетического анализа решать конкретные прикладные задачи.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен:

знать:

- биологические основы размножения растений и животных;
- клеточные и хромосомные механизмы наследственности;
- механизмы изменчивости генетического материала;
- основы цитогенетики человека и его наследственных заболеваний;

уметь:

- проводить и анализировать данные цитогенетического эксперимента;
- связывать данные генетики с достижениями цитологии, биологических основ размножения растений и животных, онтогенеза, эволюционной теории и селекции, а также с успехами в области молекулярной биологии;
- использовать достижения цитогенетики в решении задач селекции, медицины, экологии и биотехнологии, а также применять полученные знания в дальнейшей практической деятельности.

владеть:

- навыками использования различных подходов цитогенетического анализа для решения конкретных прикладных задач.

Изучение учебной дисциплины «Цитогенетика» 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-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

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

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

Программа учебной дисциплины составлена с учетом межпредметных связей и программ по смежным дисциплинам биологического профиля («Генетика», «Молекулярная генетика», «Цитология и гистология» и др.).

В соответствии с учебными планами заочной формы получения образования изучение учебной дисциплины осуществляется в 7-8 семестрах. Программа рассчитана на 68 часов, из них 16 аудиторных: 12 лекционных и 4 часа лабораторных занятий.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. ВВЕДЕНИЕ

Предмет и задачи цитогенетики. Основные этапы формирования цитогенетики как науки. Создание хромосомной теории наследственности.

Хромосома как предмет цитогенетических исследований. Функции хромосом в процессе реализации наследственной программы: информативная, репликативная, сегрегационная, рекомбинационная, транскрипционная.

Митоз и мейоз – цитогенетические механизмы реализации наследственности в онто- и филогенезе. Митоз и проблемы онтогенеза клетки. Мейоз в жизненном цикле организма.

Цитогенетический анализ. Методы цитогенетического анализа: световая микроскопия, электронная микроскопия, цитофотометрия, автордиография, дифференциальное окрашивание, гибридизация *in situ*, иммунохимия, автоматизированный анализ хромосом.

Основные направления современной цитогенетики: изучение структурно-функциональной организации хромосом, проблема цитогенетической нестабильности, генетический контроль поведения хромосом в митозе и мейозе, хромосомная инженерия.

Направления прикладной цитогенетики: кариотипирование диких и сельскохозяйственных растений и животных, цитогенетический мониторинг и его задачи, разработка методов клеточной селекции. Задачи и возможности цитогенетики в связи с развитием клеточной биологии и биотехнологии и интенсификацией процессов селекции. Проблема цитологического аналога гена.

2. СТРУКТУРА ХРОМОСОМ

Структура генома эукариот: уникальные последовательности, среднечастотные и высокочастотные повторы. Методы их изучения. Принцип интерсперсии. Построение геномов по типам *Xenopus* и *Drosophila*. Изохоры. Сегрегационная организация хромосом. Цитологические механизмы сегрегации. Способы сегрегации хромосом эукариотов в митозе и мейозе и их сравнительные характеристики. Эволюционная концепция сегрегации хромосом. Гетерохроматин и эухроматин: история открытия и изучения, современные взгляды на их состав и свойства. Расположение гетерохроматина в хромосомах различных организмов, методы его изучения. Возникновение и поддержание гетерохроматизации района хромосомы. Роль модифицированных форм гистонов и негистоновых белков в организации гетерохроматиновых районах хромосом. Генетический контроль структуры хромосом, инсультаторы.

Рекомбинационная организация хромосом. Цитологические механизмы рекомбинации. Конъюгация хромосом – центральное событие мейоза. Механизмы конъюгации. Синаптонемальный комплекс, ультраструктурные

особенности и биохимическая организация, преобразование в мейозе и функции. Мейоз как механизм рекомбинации. Цитологические основы закономерностей наследования. Стадии мейоза и их характеристики. Кроссинговер, его цитологические основы. Основные гипотезы и механизмы кроссинговера. Современные представления о молекулярных механизмах рекомбинации. Неравный кроссинговер и его генетическое значение. Зиготенная и пахитенная организация ДНК, гистоны мейоза, их характеристики и функции. Генетический контроль мейоза. Сестринские хроматидные обмены (СХО), их происхождение, природа и прикладное значение. Явление синтении.

3. ХРОМОСОМНЫЕ АБЕРРАЦИИ

Изменения хромосомного набора. Структурные изменения хромосом и их классификация. Возможные механизмы возникновения перестроек хромосом. Хромосомные и хроматидные aberrации. Анафазный и метафазный анализ перестроек хромосом.

Делеции и дубликации генетического материала, их возникновение и проявление в митозе, мейозе. Инверсии: генетические и цитологические методы выявления инверсий, эволюционное значение инверсий. Транслокации: возникновение, эволюционное значение, цитологические и генетические методы выявления транслокаций.

Численные изменения хромосом. Мутации, связанные с изменением числа хромосом. Полиплоидия. Механизмы образования и методы получения. Классификация полиплоидов: эуплоиды, гаплоиды, триплоиды, тетраплоиды, их теоретическое и прикладное значение. Аллоплоиды. Их получение и использование. Цитологические и гистологические критерии гомологии и гомеологии хромосом и геномов (геномный анализ). Полиплоидные ряды у растений. Полиплоиды у животных. Ресинтез видов и синтез видовых и родовых форм у пшеницы и других растений. Анеуплоиды. Механизмы их возникновения. Создание и использование серий анеуплоидов (моносомиков, нуллисомиков, трисомиков и тетрасомиков) в цитологических исследованиях. Использование полиплоидов и анеуплоидов в селекции.

Хромосомные нарушения и наследственная патология. Фармакогеномный подход к оценке цитогенетических повреждений клеток *in vivo*, *ex vivo* и *in vitro* у млекопитающих и человека в норме и при наследственной предрасположенности к патологическим состояниям, а также при действии ксенобиотиков.

4. КАРИОТИП И ЕГО ЭВОЛЮЦИЯ

Цитологические характеристики кариотипа. Структурно-пространственная организация как одна из характеристик кариотипа. Видовые и индивидуальные характеристики кариотипа. Методы получения хромосомных наборов. Методы систематизации хромосом. Метод морфометрического анализа и его критерии:

индекс спирализации, относительная и абсолютная длины хромосом, центромерные индексы. Методы дифференциального окрашивания хромосом. Fish-метод, его модификации и применение. Метод анализа синаптонемального комплекса. Кариограмма, кариотип, идиограмма. Характеристика и систематизация хромосомного набора человека при дифференциальном окрашивании.

Эволюция кариотипа. Преобразование кариотипа в филогенезе. Пути эволюционных преобразований кариотипа: структурные перестройки (роль делеций, дупликаций, робертсоновских слияний, транслокаций) и численные изменения хромосом. Изменения количества ДНК. Гетерохроматин и эволюция кариотипа. Дополнительные, или В-хромосомы.

Нестабильность генома. Феномен и генетическое значение. Преобразования кариотипа в онтогенезе. Типы хромосомных преобразований в онтогенезе. Эндомитоз, политения, полиплоидия. Их роль в процессах дифференцировки. Диминуция и элиминация.

Проблема цитогенетической нестабильности хромосомного набора в культуре клеток. Цитологическая нестабильность как механизм адаптации. Генетическое значение смены ploidy. Мобильные диспергированные элементы и вирусы как факторы цитогенетической нестабильности. Злокачественные и доброкачественные новообразования как следствия хромосомных aberrаций.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
I	Введение	2				ЛО 1-7 ДО 3		
II	Структура хромосом	2				ЛО 3-5,7 ДО 4		
III	Хромосомные aberrации	4			2	ЛО 3,5,8 ДО 2,3,5-10		Письменный опрос
3.1	Проблема хромосомной нестабильности. Хромосомные перестройки и их типы, механизмы возникновения.	2						
2.3	Способы выявления и анализа хромосомных aberrаций.	2						
IV	Кариотип и его эволюция	4			2	ЛО 3,5 ДО 1		Письменный опрос
4.1	Характеристика и систематизация хромосомного набора живых организмов.	2						
2.2	Преобразования кариотипа в онто- и филогенезе.	2						

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Жимулев, И. Ф. Общая и молекулярная генетика / И. Ф. Жимулев; Изд. 2-ое. Новосибирск, 2003.
2. Инге-Вечтомов, С. Г. Генетика с основами селекции / С. Г. Инге-Вечтомов. С.-Петербург, 2015
3. Коряков, Д. Е. Хромосомы. Структура и функции / Д. Е. Коряков, И. Ф. Жимулев. Новосибирск, 2009.
4. Разин, С. В. Хроматин – упакованный геном / С. В. Разин, А. А. Быстрицкий. М., 2012.
5. Смирнов В. Г. Цитогенетика / В. Г. Смирнов. М., 1991.
6. Ченцов Ю. С. Введение в клеточную биологию / Ю. С. Ченцов. М., 2004.
7. Molecular Biology of the Cell / В. Alberts [et al.]. 4-th edition. N.-Y, 2007.
8. Principles of Clinical Cytogenetics / Eds.: S. L. Gersen, M. В. Keagl. 4-th edition. N.-Y., 2013.

Дополнительная:

1. Бадаева, Е.Д. Структура генома и хромосомный анализ растений / Е.Д. Бадаева, Е.А. Салина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. – Т. 17, № 4/2. – С. 1017-1043.
2. Ворсанова С. Г. Хромосомные синдромы и аномалии. Классификация и номенклатура / С. Г. Ворсанова, Ю. Б. Юров, В. Н. Чернышов. Ростов-на-Дону, 1999.
3. Ворсанова С. Г. Медицинская цитогенетика (учебное пособие) / С. Г. Ворсанова, Ю. Б. Юров, В. Н. Чернышов. М., 2006.
4. Гетерохроматиновые районы хромосом человека: клинико-биологические аспекты / С. Г. Ворсанова [и др.]. М., 2008.
5. Гостимский, С. А. Практикум по цитогенетике / С. А. Гостимский, М. И. Дьякова, Е. В. Ивановская, М.А. Монахова. М., 1974.
6. Захаров А. Ф. Хромосомы человека / А.Ф. Захаров. М., 1977.
7. Макаров, В. Б. Цитогенетические методы анализа хромосом / В. Б. Макаров, В. В. Сафронов. М., 1978.
8. Макгрегор, Г. Методы работы с хромосомами животных / Г. Макгрегор, Дж. Варли. М., 1986.
9. Молекулярная клиническая диагностика. Методы / Под ред. С. Херрингтона и Дж. Макги. М., 1999.
10. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. М., 1988.
11. Прокофьева-Бельговская А. А. Гетерохроматические районы хромосом / А.А. Прокофьева-Бельговская. М., 1986.

12. Пухальский, В .А. Цитология и цитогенетика растений / В. А. Пухальский, А. А. Соловьев, В. Н. Юрцев. М., 2004.

13. Chromosomal stability and the DNA double-stranded break connection / D. C. van Gent, J. H. J. Hoesjmakers, R. Kanaar // Nat. Rev. Gen. – 2001. – Vol. 2. – P. 196-206.

14. *Decordier, I.* Mitotic checkpoints and the maintenance of the chromosome karyotype / I. Decordier, E. Cundari, M. Kirsch-Volders // Mut. Res. – 2008. – Vol. 651. – P. 3-13.

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Учебными планами в качестве формы итогового контроля по учебной дисциплине рекомендован зачет. Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами можно использовать следующий диагностический инструментарий:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- компьютерное тестирование;
- письменные контрольные работы по отдельным темам курса.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

(2 ч. каждое)

1. Методы систематизации хромосом. Характеристика и систематизация (кариотипирование) хромосомного набора человека.

2. Принципы анафазного и метафазного методов анализа перестроек хромосом у животных и растений.

Выполнение лабораторных работ по каждому блоку предполагает проведение небольшого самостоятельного исследования с оформлением его результатов в виде отчета.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, курс лекций, мультимедийные презентации, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

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. Генетика	Генетики	Отсутствуют Зав. кафедрой Н.П. Максимова	Утвердить согласование протокол № 19 от 04 мая 2016 г.
2. Молекулярная генетика	Генетики	Отсутствуют Зав. кафедрой Н.П. Максимова	Утвердить согласование протокол № 19 от 04 мая 2016 г.
3. Цитология и гистология	Генетики	Отсутствуют Зав. кафедрой Н.П. Максимова	Утвердить согласование протокол № 19 от 04 мая 2016 г.

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

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание) _____ (подпись) _____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание) _____ (подпись) _____ (И.О.Фамилия)