

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тихоокеанский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

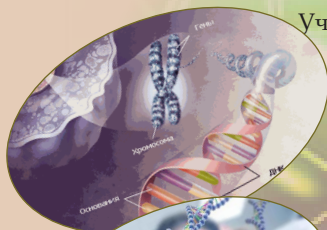
Кафедра биологии, ботаники и экологии

В.Г. Зенкина, О.А. Солодкова, Г.Г. Божко, Л.А. Масленникова

# Основы общей и молекулярной генетики

Учебное электронное издание

Учебно-методическое пособие



Владивосток  
Медицина ДВ  
2017

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тихоокеанский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

---

Кафедра  
биологии, ботаники и экологии

**В.Г. Зенкина, О.А. Солодкова, Г.Г. Божко,  
Л.А. Масленникова**

# **Основы общей и молекулярной генетики**

Учебное электронное издание

Учебно-методическое пособие

Владивосток  
2017

УДК 575(075.8)  
ББК 52.54я73  
О28

Издано по рекомендации редакционно-издательского совета ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России

**Рецензенты:**

**Денисенко Ю.К.**, д.б.н., заведующая лабораторией биомедицинских исследований Института медицинской климатологии (Владивосток)

**Казаченко В.Н.**, д.б.н., профессор кафедры водных биоресурсов и аквакультуры Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета (Владивосток)

**Авторы:**

**Зенкина Виктория Геннадьевна**, к.м.н., доцент, заведующая кафедрой биологии, ботаники и экологии Тихоокеанского государственного медицинского университета (Владивосток)

**Солодкова Оксана Алексеевна**, к.м.н., доцент кафедры биологии, ботаники и экологии Тихоокеанского государственного медицинского университета (Владивосток)

**Божко Галина Георгиевна**, к.б.н., доцент кафедры биологии, ботаники и экологии Тихоокеанского государственного медицинского университета (Владивосток)

**Масленникова Любовь Андреевна**, к.б.н., доцент кафедры биологии, ботаники и экологии Тихоокеанского государственного медицинского университета (Владивосток)

**Зенкина, В.Г.** Основы общей и молекулярной генетики [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Зенкина В.Г., Солодкова О.А., Божко Г.Г., Масленникова Л.А. : Тихоокеан. гос. медицинский ун-т. – Электрон. дан. – Владивосток : Медицина ДВ, 2017. – 147 с.]. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. – Системные требования: ПК процессором с частотой 1,3 ГГц Intel или AMD ; 256 Мб ОЗУ ; Windows XP ; CD-ROM -дисковод ; мышь ; Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог. ISBN 978-5-98301-108-3.

В учебном пособии даны основные понятия, термины и законы общей генетики, закономерности наследования при моно- и полигибридном скрещивании, виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов, хромосомная теория наследственности и сцепленное с полом наследование. Уделено внимание молекулярным механизмам наследственности, строению нуклеиновых кислот, реализации наследственной информации. Описаны виды изменчивости, примеры фенотипической и генотипической изменчивости, роль мутаций в развитии наследственных болезней.

Учебное пособие составлено на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности: 03.05.01 Лечебное дело, 03.05.02 Педиатрия.

Учебное пособие издано в помощь студентам Лечебного и Педиатрического факультетов и может быть использовано студентами всех факультетов медицинского университета.

ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России  
690600, Владивосток, пр. Острякова, 2

Издательство «Медицина ДВ»  
690600, г. Владивосток, пр. Острякова, 4

Изготовитель CD-ROM  
типография Дирекции  
публикационной деятельности ДВФУ  
690950, Владивосток, ул. Пушкинская, 10

ISBN 978-5-98301-108-3

Издание подготовлено  
редакционно-издательским отделом ТГМУ

Научный редактор *В.М. Черток*  
Верстка *Т.Л. Пинчук*

Опубликовано 14.04.2017. Формат PDF,  
объем 14,5 МБ [Усл. печ. л. 18,38], тираж 100.

© Зенкина В.Г., Солодкова О.А., Божко Г.Г.,  
Масленникова Л.А., 2017  
© ФГБОУ ВО ТГМУ Минздрава России, 2017

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное учебное пособие подготовлено на основе лекций по модулю «Законы генетики и ее значение для медицины», предназначенных для студентов специальностей «Лечебное дело» и «Педиатрия» Тихоокеанского государственного медицинского университета. Этим пособием могут также воспользоваться студенты других специальностей ТГМУ.

Весь материал подразделяется на несколько разделов: 1) Основы классической генетики; 2) Молекулярные основы наследственности; 3) Изменчивость и ее значение для эволюции.

Пособие написано в соответствии с основными этапами развития генетики. Первый этап – это период триумфального шествия менделизма, утверждения открытий наследственности гибридологическими методами, проведенными в разных странах на разных объектах, в результате чего выяснилось, что законы моно- и полигибридного скрещивания имеют универсальный характер. Главной чертой второго этапа истории генетики было создание и утверждение хромосомной теории наследственности. Третий этап характеризуется открытием мутаций, то есть внезапных наследственных изменений. Наиболее характерными событиями четвертого этапа истории было развитие генетики физиологических и биохимических признаков микроорганизмов и вирусов. Для современного этапа развития генетики необходимым условием стало исследование генетических явлений на молекулярном уровне, изучение генома человека и других объектов живой природы. Основными задачами развития генетики, таким образом, стало познание закономерностей наследственности и изменчивости, изыскание путей практического использования этих закономерностей, а также поиск эффективных способов отбора и управления развитием генетических признаков различных геномов, то есть генетической инженерии.

Пособие содержит большое количество разнообразных задач по различным разделам генетики: на взаимодействие аллельных и неаллельных генов, на сцепленное с полом наследование и хромосомную теорию наследственности, а также задачи по молекулярной генетике. Перед задачами для самостоятельного решения дано объяснение теоретического материала в сжатой, но достаточно полной форме.

Целью данного пособия было лучшее усвоение теоретического материала по генетике, использование полученных знаний при изучении других дисциплин медицинского университета, а также в будущей медицинской практике. Несомненно, учебное пособие окажется полезным для тех, кто интересуется генетикой как наукой.

*К.б.н., доцент Л.В. Веревкина*

# ВВЕДЕНИЕ

*«Наши врачи должны как азбуку знать законы наследственности. Воплощение в жизнь научной истины о законах наследственности поможет избавить человечество от многих скорбей и горя»*

*И.П. Павлов, 1935 г.*

Наука ГЕНЕТИКА показала, что наследственность обусловлена передачей потомкам генетической информации о всех свойствах данного организма. Одним из замечательных свойств наследственности является ее консервативность, т.е. сохранение наследственных особенностей на протяжении многих поколений. Другим свойством наследственности является ее изменчивость, связанная с разными клетками, органами, частями тела и индивидуумами. Так, в пределах одного вида *Homo sapiens* каждый организм является генетически индивидуальным и отличается от других морфологически и физиологически, иммунологическими свойствами, восприимчивостью к различным заболеваниям, а также психологией личности. Консерватизм наследственности и ее изменчивость неразрывно связаны друг с другом и в значительной мере определяют возможность процесса эволюции.

За последние десятилетия были сделаны значительные открытия в данной науке, которые позволяют говорить о новой эпохе в истории генетики. К 2000 году завершена работа над проектом «Геном человека» под руководством Джеймса Уотсона, что сулит человечеству неисчерпаемые возможности по лечению и профилактике наследственных болезней, а также по регуляции генной активности. Среди других естественных наук генетика занимает совершенно особое место. Она играет значительную роль для понимания биологии в целом, для медицины и актуальной проблемы человечества – охраны окружающей среды.

Изучение данного пособия позволит студентам сформировать общекультурные и профессиональные компетенции, знать основные понятия и термины современной генетики, основные закономерности наследственности и изменчивости, основы молекулярной генетики и связанные с ней наследственные заболевания, применять полученные знания для решения типовых задач соответствующей сферы профессиональной деятельности с возможным использованием справочной литературы. Способность и готовность анализировать состояние здоровья населения, пропагандировать здоровый образ жизни, объяснять действие вредных привычек и экологических факторов на генетически обусловленные и мультифакториальные заболевания – все это область знаний врачей специальностей «Лечебное дело» и «Педиатрия».

## **Закономерности наследования на организменном уровне. Задачи и методы генетики**

---

Наследственность – воспроизведение у потомства признаков предков – представляет собой одно из наиболее удивительных и существенных свойств всех живых организмов – от вирусов и бактерий до высших растений, животных и человека. Наука о закономерностях наследственности и изменчивости **ГЕНЕТИКА** (от греч. генозис – рождение, происхождение) показала, что наследственность обусловлена передачей потомкам генетической (наследственной) информации о всех (видовых и индивидуальных) свойствах данного организма. Термин **ГЕНЕТИКА** был предложен Уильямом Бэтсоном в 1906г.

### **Задачи генетики**

- 1) выяснение механизмов хранения и передачи генетической информации от родительских форм к дочерним;
- 2) уточнение механизма реализации этой информации в виде признаков и свойств организмов в процессе их индивидуального развития под контролем генов и влиянием условий внешней среды;
- 3) определение типов, причин и механизмов изменчивости всех живых существ;
- 4) изучение взаимосвязи процессов наследственности, изменчивости и отбора как движущих факторов эволюции органического мира.

Современная генетика, созданная трудами многочисленных ученых разных стран мира, представляет собой науку глубоко материалистическую, основанную на изучении дискретных наследственных



структур – генов, генетика вносит фундаментальный естественнонаучный принцип дискретности в биологические науки.

### **Методы современной генетики**

При изучении наследственности и изменчивости на разных уровнях организации живой материи (молекулярный, клеточный, организменный, популяционный) в генетике используют разнообразные методы современной биологии: *гибридологический, цитогенетический, биохимический, генеалогический, близнецовый, мутационный, иммунологический, метод соматической гибридизации, клонирование и др.*

Однако среди множества методов и изучения закономерностей наследственности центральное место принадлежит гибридологическому методу. Суть его заключается в гибридизации (скрещивании) организмов, отличающихся друг от друга по одному или нескольким признакам, с последующим анализом потомства. Учитывается не весь комплекс признаков у родителей и гибридов, а анализируется наследование по отдельным альтернативным признакам. Проводится точный количественный учет наследования каждого альтернативного признака в ряду нескольких поколений. Этот метод позволяет анализировать закономерности наследования и изменчивости отдельных признаков и свойств организма при половом размножении, а также изменчивость генов и их комбинирование.

## **Периоды в развитии генетики**

---

### **I период 1900–1912 гг. – период переоткрытия законов Менделя**

**Грегор Мендель** (1822–1884) – монах, а затем настоятель монастыря, одновременно учитель естествознания, чешский ученый, открывший основные законы наследования признаков в результате исследований, проведенных на горохе (*Pisum sativum*) в 1856–1863 гг. (рис. 1.). Свои результаты он доложил в 1865 году и опубликовал «Опыты над растительными гибридами» в 1866 году в «Записках общества естествоиспытателей в Брюнне». Но до 1900 года труды Г. Менделя оставались мало известными, пока немецкий профессор Карл Корренс, голландский ботаник Хуго де Фриз и австрийский уче-





Рис. 1. Грегор Иоганн Мендель.

ный-генетик Эрих Чермак-Зейзенегг в своих независимых исследованиях не пришли к аналогичным выводам.

- 1900 г. переоткрытие законов Г. Менделя: Х. де Фризом, К. Корренсом, и Э. Чермаком (год рождения науки),
- 1906 г. дано название науки –ГЕНЕТИКА У. Бэтсоном,
- 1909 г. введены понятия: ген, генотип, фенотип В. Иогансеном.

Это период утверждения открытых Менделем законов наследственности гибридологическим методом, проведенным в разных странах на высших растениях и животных (лабораторных грызунах, курах, бабочках и др.),

в результате чего выяснилось, что законы эти имеют универсальный характер. В течение немногих лет генетика оформилась как самостоятельная биологическая дисциплина.

## **II период 1912–1925 гг. — создание хромосомной теории наследственности**

Американский генетик Томас Гент Морган (1866–1945) и три его ученика А. Стертевант, К. Бриджес, Г. Меллер провели исследования на плодовой мушке дрозофиле, которая благодаря ряду своих свойств (удобству содержания в лаборатории, быстрой размножения, высокой плодовитости, малому числу хромосом) стала с тех пор излюбленным объектом генетических исследований.

- Т. Бовери, У. Сэттон и Э. Вильсон (1902–1907) установили взаимосвязь между менделевскими законами наследования и распределением хромосом в процессе клеточного деления (митоз) и созревания половых клеток (мейоз).
- 1913 г. создание первой генетической карты X-хромосомы дрозофилы А. Стертевантом.
- доказан хромосомный механизм определения пола Т. Морганом и Э. Вильсоном.
- 1925 г. впервые введены понятия экспрессивности и пенетрантности признака Н.В. Тимофеевым-Рессовским и О. Фогтом.

### **III период 1925–1940 гг. — исследование мутаций**

- 1925 г. были получены первые искусственные мутации в СССР Г.А. Надсоном и Г.С. Филипповым в опытах по облучению дрожжей радиом.
- 1927 г. опыты Г. Меллера по воздействию на дрозофилу рентгеновских лучей.
- 1927 – 1940 гг. обнаружение мутагенного действия УФО и химических веществ.
- 1930 – исследование химических мутагенов де Фризом.

### **IV период 1941 – 1953 гг. исследование структуры ДНК**

- 1941 г. изучение биохимических процессов, лежащих в основе формирования наследственных признаков разных организмов, привело к важному обобщению, сделанному американскими генетиками Дж. Бидлом и Э. Тейтумом, согласно которого всякий ген определяет синтез в организме одного фермента (Нобелевская премия по медицине (1958) совместно Дж. Ледебергом за исследования по генетике микроорганизмов).
- 1944 г. американский генетик О. Эвери выяснил, что ДНК является носителем генетического материала. В течение многих лет считалось, что генетическая информация содержится в белках. Эвери, Мак Леод и Мак Карти изучали явление наследственности, продолжая работы Гриффитса, начатые в 1928 году. В ходе экспериментов была изучена возможность передачи генов между бактериями при помощи различных органических соединений, выделенных из бактерий. После обработки экстрактов бактерий протеазами было показано, что белки не являются хранителями наследственной информации. После обработки экстрактов дезоксирибонуклеазами (ферментами, разрушающими ДНК), было показано, что ДНК является носителем генетического материала.
- 1952 г. американские генетики Дж. Ледеберг и Н. Зиндер подтвердили генетическую роль молекулы ДНК, обнаружив явление трансдукции.
- 1953 г. расшифровка строения молекулы ДНК Дж. Уотсоном и Ф. Криком.
- Достигнуты успехи в изучении наследственных болезней человека.