

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»  
(СГУГиТ)

А. Ю. Луговская

# БИОЛОГИЯ

Утверждено редакционно-издательским советом университета  
в качестве практикума для обучающихся  
по направлению подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование  
(уровень бакалавриата)

Новосибирск  
СГУГиТ  
2025

УДК 57  
Л834

Рецензенты: кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой ТМ и ПТМ  
СГУВТ *Л. В. Пахомова*  
кандидат технических наук, доцент СГУГиТ *Е. А. Усанькова*

**Луговская, А. Ю.**

Л834 Биология : практикум / А. Ю. Луговская. – Новосибирск : СГУГиТ,  
2025. – 50 с. – Текст : непосредственный.  
ISBN 978-5-907998-35-3

Практикум подготовлен кандидатом биологических наук, доцентом А. Ю. Луговской на кафедре экологии и природопользования СГУГиТ.

Практикум предназначен для закрепления теоретических знаний, полученных в рамках лекционного курса по биологии, и развития у обучающихся практических навыков работы с биологическими объектами, оборудованием и методами исследования. Практические работы охватывают ключевые разделы биологии, от клеточного уровня до изучения экосистем, формируя у обучающихся научное мышление.

Практикум предназначен для обучающихся первого курса по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование (уровень бакалавриата), профиль «Природопользование».

Рекомендован к изданию кафедрой экологии и природопользования, Ученым советом Института кадастра и природопользования СГУГиТ.

Ответственный редактор: кандидат биологических наук, доцент, СГУГиТ  
*Л. Ю. Анопченко*

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ

УДК 57

ISBN 978-5-907998-35-3

© СГУГиТ, 2025

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Практическая работа № 1. Нуклеиновые кислоты. Рибонуклеинования кислота: строение и функции.....	5
Практическая работа № 2. Пластический обмен. Биосинтез белков. Синтез и-РНК .....	9
Практическая работа № 3. Определение интенсивности фотосинтеза в экосистеме и его эффективности .....	12
Практическая работа № 4. Законы Грегора Менделя в эксперименте .....	18
Практическая работа № 5. Первый, второй и третий законы Менделя.....	21
Практическая работа № 6. Анализирующее скрещивание. Неполное доминирование .....	24
Практическая работа № 7. Изучение модификационной изменчивости у растений, построение вариационного ряда и кривой .....	27
Практическая работа № 8. Статистические закономерности эндогенной изменчивости.....	30
Практическая работа № 9. Абиотические факторы экосистемы .....	33
Практическая работа № 10. Механизм естественного отбора в системе «хищник – жертва».....	36
Практическая работа № 11. Гербарий .....	39
Практическая работа № 12. Происхождение человека.....	42
Библиографический список.....	49

## **ВВЕДЕНИЕ**

Биология – это научная дисциплина, изучающая строение, функции, рост, происхождение, эволюцию и распространение живых организмов.

При изучении дисциплины обучающийся должен:

- получать знания о клеточной теории, делении клетки, генетической теории, законах наследственности, теории эволюции, многообразии органического мира, происхождении человека;

- проводить биологические эксперименты, ставить опыты, наблюдать за процессами.

Практикум охватывает основные разделы биологии, включая изучение строения и функций клетки (микроскопия, изучение органоидов, клеточное деление); морфологию и систематику (изучение внешнего строения и классификации организмов (ботаника, зоология)); основы генетики (изучение законов наследственности и изменчивости); эволюционное учение (анализ доказательств эволюции).

Практикум содержит краткое изложение теоретических основ, необходимых для понимания сути задания. В пособии представлены подробные пошаговые инструкции, описывающие последовательность действий. Контрольные вопросы позволяют оценить степень усвоения материала.

Данный практикум разработан на основе рабочей программы дисциплины «Биология».

## **Практическая работа № 1**

### **НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ. РИБОНУКЛЕИНОВАЯ КИСЛОТА: СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ**

**Цель:** обобщение и углубление знаний о строении и функциях нуклеиновых кислот.

**Время выполнения:** 6 часов (аудиторная работа – 2 ч, СРО – 4 ч).

**Оборудование:** таблица «Строение нуклеиновых кислот».

#### **КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Нуклеиновые кислоты – высокомолекулярные органические соединения, хранящие, передающие и реализующие наследственную информацию. Нуклеиновые кислоты состоят из дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) и рибонуклеиновой кислоты (РНК) (рис. 1.1).

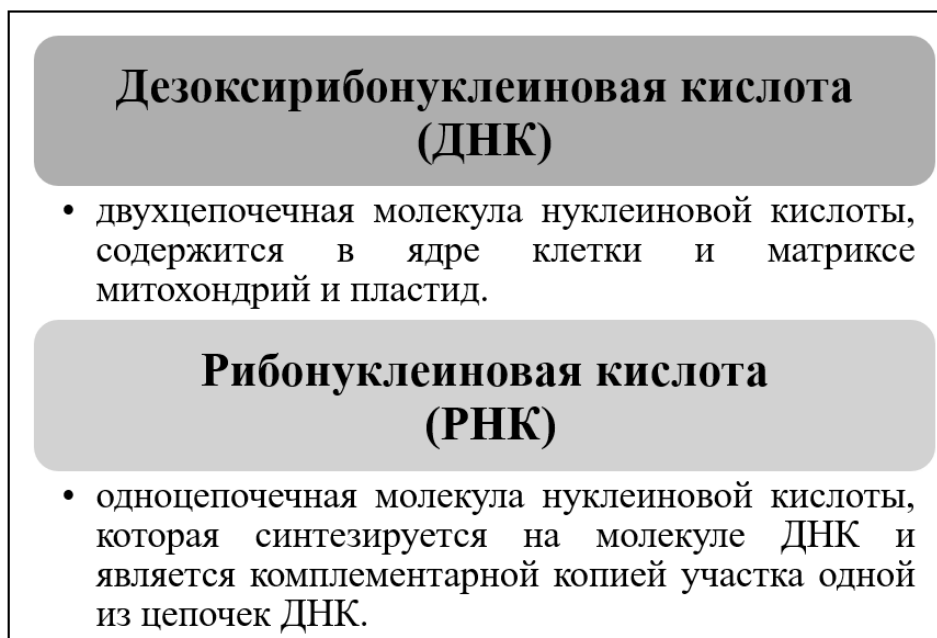


Рис. 1.1. Определение ДНК и РНК

Виды РНК представлены на рис. 1.2.

Информационная (и-РНК)	Транспортная (т-РНК)	Рибосомальная (р-РНК)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Осуществляет непосредственную передачу кода ДНК для синтеза белков, при этом каждый белок кодируется специфической и-РНК</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Присоединяет и переносит определенную аминокислоту к рибосомам</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Входит в состав рибосом, выполняя структурную функцию, также участвует в формировании активного центра рибосомы</li> </ul>

Рис. 1.2. Виды РНК

Мономером нуклеиновой кислоты является нуклеотид. Нуклеотид ДНК состоит из азотистого основания (пиримидиновые – тимин (Т), цитозин (Ц); пуриновые – гуанин (Г), аденин (А)), пятиуглеродного сахара – дезоксирибозы – и остатка фосфорной кислоты. В РНК тимин заменяется урацилом (У), а дезоксирибоза – рибозой (рис. 1.3).

Нуклеотид					
1-й	2-й				3-й
	У	Ц	А	Г	
У	УУУ } Фенилаланин УУЦ } УUA } Лейцин УУГ }	УЦУ } УЦЦ } Серин УЦА } УЦГ }	УAU } Тирозин УАЦ } УAA } стоп-кодона УАГ }	УГУ } Цистеин УГЦ } УГА } стоп-кодон УГГ } Триптофан	У Ц А Г
Ц	ЦУУ } ЦУЦ } Лейцин ЦUA } ЦУГ }	ЦЦУ } ЦЦЦ } Пролин ЦЦА } ЦЦГ }	ЦAU } Гистидин ЦАЦ } ЦAA } Глутамин ЦАГ }	ЦГУ } ЦГЦ } Аргинин ЦГА } ЦГГ }	У Ц А Г
А	АУУ } АУЦ } Изолейцин АUA } АУГ } Метионин сарт-кодон	АЦУ } АЦЦ } Треонин АЦА } АЦГ }	АAU } Аспарагин ААЦ } АAA } Лизин ААГ }	АГУ } АГЦ } Серин АГА } Аргинин АГГ }	У Ц А Г
Г	ГУУ } ГУЦ } Валин ГUA } ГУГ }	ГЦУ } ГЦЦ } Аланин ГЦА } ГЦГ }	GAU } Аспарагиновая кислота ГАЦ } ГAA } Глутаминовая кислота ГАГ }	ГГУ } ГГЦ } Глицин ГГА } ГГГ }	У Ц А Г

Рис. 1.3. Матрица генетического кода

Первое правило Чаргаффа, открытое биохимиком Эрвином Чаргаффом, гласит, что в молекуле ДНК количество аденина равно количеству тимина, а количество цитозина равно количеству гуанина. Это подразумевает фундаментальную симметрию и последовательность в соотношениях этих пар оснований в молекуле ДНК.

Наблюдение Чаргаффа привело к пониманию принципа комплементарности оснований: аденин (А) всегда образует пару с тиминами (Т), а цитозин (Ц) – с гуанином (Г). Таким образом,  $(A + T) + (G + C) = 100 \%$ .

Второе правило Чаргаффа гласит, что в любой молекуле ДНК соотношение аденина (А) к тимину (Т) и цитозина (Ц) к гуанину (Г) приблизительно одинаково. Это касается ДНК различных видов, независимо от их происхождения или сложности. Значимость заключается в том, что эта равная пропорция поддерживает принцип комплементарности пар оснований, который формирует фундаментальную структуру ДНК.

Равные пропорции (А) к (Т) и (Ц) к (Г) в молекуле ДНК способствуют стабильности и структурной целостности двойной спирали ДНК.

Пары оснований аденин – тимин и цитозин – гуанин образуют комплементарные пары; это означает, что они имеют специфические взаимодействия водородных связей. (А) образует пару с (Т) посредством двух водородных связей, а (Ц) образует пару с (Г) посредством трех водородных связей, обеспечивая постоянную структуру, которая способствует генетической репликации и поддержанию [1].

### Задание

**Задача 1.** Фрагмент молекулы белка миоглобина содержит аминокислоты, расположенные в следующем порядке: -валин-аланин-глутаминовая кислота-тирозин-серин-глутамин. Необходимо составить структуру участка молекулы ДНК, кодирующего эту последовательность аминокислот.

**Задача 2.** Дана цепь РНК: -Г-А-Г-У-А-Г-У-Г-А-. Определите соответствующую ей цепь ДНК-матрицы, используя правила комплементарности нуклеотидов.

**Задача 3.** Представлена следующая структура РНК-молекулы: -А-У-Г-Ц-У-Ц-А-Г-У-. Определите, какая цепь ДНК была матрицей для синтеза данной РНК.

**Задача 4.** Образец ДНК содержит 23 % тимина. Рассчитайте процентное содержание аденина и гуанина.

**Задача 5.** Предположим, цепь ДНК имеет следующую последовательность: -Т-А-Ц-Г-Т-А-Т-Ц-Г-. Что будет являться последовательностью РНК-транскрипта, полученной с использованием этой цепи как матрицы?

**Задача 6.** Анализируя фрагмент ДНК, было установлено следующее содержание азотистых оснований (%): Аденин (А) – 30, Гуанин (Г) – 20. Определите процент содержания тимина (Т) и цитозина (Ц) в данном фрагменте ДНК.

**Задача 7.** Одна из цепочек ДНК имеет последовательность нуклеотидов: -ТЦА-ТГГ-ЦТА-ТГА-ГЦТ-ААА-ТГЦ-. Какой будет структура молекул ДНК после репликации?

**Задача 8.** Известно, что в определенном участке ДНК соотношение аденина к гуанину составляет 2 : 32 : 3. Найдите долю цитозина в процентах, если общая длина участка составляет 1 000 нуклеотидов.

**Задача 9.** Допустим, мы имеем две цепи РНК: первая: -Г-А-У-Г-А-У-Г-А-У-Г-А- и вторая: -Ц-У-Ц-У-Ц-У-Ц-У-Ц-У-. Оцените вероятность образования устойчивых межмолекулярных связей между этими двумя цепями. Почему?

**Задача 10.** Последовательность первичной цепи РНК выглядит так: АУГАУГЦГАУГА. Какой будет вторичная структура (если предположить наличие стабильных внутримолекулярных взаимодействий)?

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Перечислите типы и функции РНК.
2. Расскажите первое и второе правило Чаргаффа.
3. Расскажите, как происходит синтез белка.



## **Практическая работа № 2**

### **ПЛАСТИЧЕСКИЙ ОБМЕН. БИОСИНТЕЗ БЕЛКОВ. СИНТЕЗ И-РНК**

**Цель:** изучение пластического обмена, механизма биосинтеза белков и процесса синтеза информационной РНК (и-РНК), включая этапы транскрипции и трансляции, а также формирование понимания механизмов передачи наследственной информации от ДНК к белку.

**Время выполнения:** 4 часа (аудиторная работа – 2 ч, СРО – 2 ч).

**Оборудование:** таблица «Генетический код ДНК».

#### **КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Пластический обмен – совокупность реакций синтеза, направленных на образование структурных частей клеток и тканей (синтез углеводов в ходе фотосинтеза, хемосинтеза, биосинтеза белков, липидов, нуклеиновых кислот и других веществ).

Биосинтез белка – это процесс, посредством которого клетка производит белок. Биосинтез белка начинается с транскрипции, которая осуществляется в ядре и представляет собой списывание информации о структуре белковой молекулы с ДНК на и-РНК по принципу комплементарности. Фермент РНК-полимераза расщепляет двойную цепь ДНК и на одной из цепей синтезирует молекулу про-и-РНК. С помощью специальных ферментов про-и-РНК превращается в активную форму и-РНК, которая из ядра поступает в цитоплазму клетки. К и-РНК здесь присоединяется рибосома. Одновременно в цитоплазме с помощью ферментов активизируется т-РНК, на вершине которой находится триплет, соответствующий по коду определенной аминокислоте (антикодом), а на основании т-РНК крепится данная аминокислота. К рибосомам аминокислоту доставляет т-РНК [1, 2].

В процессе второго этапа – трансляции (передачи) – по принципу комплементарности антикодон связывается со своим кодоном. При их соответствии аминокислота в активном центре рибосомы присоединяется к преды-

дущей аминокислоте. Далее т-РНК освобождается от аминокислоты, а рибосома продвигается по и-РНК на один триплет вперед. Белок приобретает определенную пространственную конфигурацию. При участии ферментов происходит отщепление лишних аминокислотных остатков, введение фосфатных, карбоксильных и других групп. После этих процессов белок становится функционально активным.

### Задание

**Задача 1.** Пользуясь таблицей генетического кода ДНК (см. рис. 1.3), определите, какие аминокислоты кодируются триплетами ЦАТ, ТТТ, ГАТ.

**Задача 2.** Почему кодоны и-РНК содержат по три нуклеотида? Объясните связь с количеством возможных комбинаций.

**Задача 3.** Нарисуйте участок молекулы ДНК, в котором закодирована информация о следующей последовательности аминокислот в белке: -фенилаланин-лейцин-валин-изолейцин-серин-фенилаланин-валин. Определите массу и длину получаемого участка ДНК.

**Задача 4.** Определите количество нуклеотидов в обеих цепях ДНК гена, кодирующего белок инсулин, состоящий из 35 аминокислот.

**Задача 5.** Молекулярная масса одной цепи ДНК составляет 68 310. Вычислите количество мономеров белка, закодированное в этой ДНК.

**Задача 6.** Известны молекулярные массы представленных белков: а) 1 500; б) 2 300; в) 39 000; г) 1 750. Необходимо вычислить длину соответствующих генов, кодирующих эти белки.

**Задача 7.** Полипептид состоит из следующих аминокислот: -валин-аланин-глицин-лизин-триптофан-валин-серин. Определите структуру участка ДНК, кодирующего эту полипептидную цепь, его массу и длину.

**Задача 8.** В молекуле ДНК имеется участок длиной 1 174 нуклеотидов, среди которых 210 являются адениновыми. Определите количество остальных нуклеотидов. Далее вычислите массу и протяженность данного фрагмента ДНК.

**Задача 9.** Полипептид состоит из следующих аминокислот: -аланин-глицин-лейцин-пролин-серин-цистеин. Какие т-РНК (с какими антикодонами) участвуют в синтезе белка? Найдите массу и длину РНК.

**Задача 10.** Используя таблицу генетического кода, определите последовательность аминокислот в полипептиде (УГГ-УАУ-ЦАГ-ГУУ-ЦЦУ).

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Дайте определение понятия «пластический обмен».
2. Перечислите этапы биосинтеза белка.
3. Опишите процесс транскрипции.

### **Практическая работа № 3**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА В ЭКОСИСТЕМЕ И ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ**

**Цель:** научиться выполнять расчеты по определению эффективности фотосинтеза в растениях.

**Время выполнения:** 4 часа (аудиторная работа – 2 ч, СРО – 2 ч).

**Оборудование:** калькулятор.

### **КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Фотосинтез – это сложный и естественный процесс, в ходе которого зеленые растения, водоросли и некоторые бактерии преобразуют солнечный свет (световую энергию), углекислый газ и воду в глюкозу (химическую энергию) и кислород. Фотосинтез использует солнечный свет, углекислый газ и воду для производства глюкозы и кислорода. Полученный кислород выделяется в атмосферу, а глюкоза используется растением в качестве химической энергии [5]:



Интенсивность фотосинтеза – это показатель скорости поглощения растениями углекислого газа и выделения кислорода в единицу времени на единицу площади листьев или объема хлоропластов. Она характеризует способность растения эффективно преобразовывать световую энергию в химическую энергию органических соединений.

Основные факторы, влияющие на интенсивность фотосинтеза: интенсивность света, температура окружающей среды, уровень концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе, наличие воды и минеральных веществ, возраст и состояние растительных тканей.

В оптимальных условиях для фотосинтеза используется 5–6 % солнечной энергии, приходящей на Землю, в среднем – менее 1 %.

Эффективность преобразования солнечного света в процессе фотосинтеза – процентное соотношение энергии солнечного света, преобразованной растениями в химическую энергию (биомассу). В реальных условиях в среднем фотосинтез преобразует только 0,1–2 % солнечной энергии в биомассу. Этот диапазон значительно зависит от типа растения, условий окружающей среды и времени года [3–5].

Первичная продукция экосистемы (NPP) – это скорость образования биомассы первичными продуцентами (растениями) в пересчете на единицу площади. Выделяют валовую и чистую первичную продукцию.

Валовая продукция – общее количество органического вещества, образуемого организмом-продуцентом.

Чистая продукция – валовая продукция за вычетом расходов самого продуцента на дыхание. Часть валовой первичной продукции за вычетом трат на дыхание представляет собой прирост растительной биомассы и называется чистой первичной продукцией (ЧПП).

### Задание

Составить таблицу продуктивности соответственно табл. 3.1, оценить эффективность фотосинтеза для поля пшеницы и сравнить ее с соответствующей величиной для посева кукурузы, используя данные из табл. 3.2.

Характеристика изучаемой экосистемы.

Подзона южных черноземов Северного Казахстана.

Вегетационный период с 1 июня по 31 августа.

Чистая первичная продукция 1 515 г/м<sup>2</sup> за сезон сухого растительного вещества.

Количество золы – 927 г/м<sup>2</sup>.

Дыхание надземной фитомассы пшеницы – 4,2 г СО<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> в сутки.

Дыхание корней пшеницы – 2,5 г СО<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> в сутки.

Количество золы в растительном веществе пшеницы – 1 270 кг/га.

Количество солнечной энергии, приходящейся на 1 м<sup>2</sup>, вычисляется с помощью солнечной постоянной равной двум калориям на 1 см<sup>2</sup> в мин.

Таблица 3.1

Продукция и интенсивность фотосинтеза в посадках кукурузы в расчете на га. Плотность посадки 25 000 растений на 1 га

Общий сухой вес растений, включая корни, листья и початки*, NPP в сухом весе	15 000 кг
Общее содержание золы 25 000 растений (минеральный остаток после сжигания)	805 кг
После вычитания золы: общее содержание органических веществ (кг/га) (эквивалентно содержанию углеводов)	1 4195 кг
Так как в среднем углеводы содержат 44,6 % углерода, то количество С на га составляет...	6 331 кг
Переводим содержание углерода. NPP, выраженное в глюкозе	15 827 кг
Экспериментальные данные: интенсивность дыхания	75 кг/сут (CO <sub>2</sub> )
Дыхание: общее количество выделяемого CO <sub>2</sub> за 100 дней роста	75 000кг (CO <sub>2</sub> )
Эквивалент углерода в 75 000 кг CO <sub>2</sub>	2 045кг (углерод)
Глюкоза: эквивалент 2,1 т углерода	5 112 кг (глюкоза)
Валовой фотосинтез = NPP + дыхание	20 939 (глюкоза)
В результате лабораторных экспериментов (калориметрия): – количество энергии, необходимое для получения 1 кг глюкозы, – 3 760 ккал; – суммарная энергия, затраченная на фотосинтез 1 га кукурузы за 100 дней, 20 939 × 3760	79 000 000 ккал
Количество солнечной энергии, приходящееся на 1 га за 100 дней	511 0000 000ккал
Эффективность фотосинтеза = $\frac{79 - 10^6}{5110 \cdot 10^6} \times 100$	1,55 %

\*В данном случае общий сухой вес растений принят равным NPP, т. е. чистой первичной продукции.

Таблица 3.2

## Варианты заданий для определения эффективности фотосинтеза

Но- мер вари- анта	Район ис- следования	Наименование культуры	Вегета- цион- ный (период в сут- ках)	Общий су- хой вес растений, включая корни, ли- стья, NPP (т/га)	Общее со- держание зола (т/га)	Дыхание: об- щее количе- ство выделяе- мого CO <sub>2</sub> за период роста в т/га
1	Краснодар- ский край	Яровая пше- ница	100	5,4	0,41	6,7
2	Краснодар- ский край	Озимая пше- ница	100	3,7	0,3	6,6
3	Краснодар- ский край	Кукуруза	100	11,5	0,69	9,4
4	Казахстан	Яровая пше- ница	90	2,5	0,19	6,9
5	Казахстан	Озимая рожь	90	4,3	0,26	5,5
6	Казахстан	Яровая пше- ница	90	5,6	0,42	6,7
7	Восточная Сибирь	Яровая пше- ница	80	1,8	0,14	5,4
8	Западная Сибирь	Яровая пше- ница	90	2,9	0,22	6,7
9	Курская об- ласть	Яровая пше- ница	90	3,7	0,28	7,5
10	Западная Сибирь	Яровая пше- ница	90	2,8	0,21	5,9
11	Краснодар- ский край	Яровая пше- ница	100	5,6	0,42	7,7
12	Краснодар- ский край	Яровая пше- ница	100	4,8	0,36	7,7
13	Восточная Германия	Яровая пше- ница	90	6,2	0,47	7,9
14	Ставрополь- ский край	Озимая пше- ница	100	5,9	0,47	6,7
15	Ставрополь- ский край	Яровая пше- ница	100	4,3	0,32	6,7
16	Ставрополь- ский край	Озимая пше- ница	100	3,7	0,30	7,7

Но- мер вари- анта	Район ис- следования	Наименование культуры	Вегета- цион- ный (период в сут- ках)	Общий су- хой вес растений, включая корни, ли- стья, NPP (т/га)	Общее со- держание зола (т/га)	Дыхание: об- щее количе- ство выделяе- мого CO <sub>2</sub> за период роста в т/га
17	Краснояр- ский край	Озимая пше- ница	80	2,5	0,19	5,7
18	Ставрополь- ский край	Яровая пше- ница	100	5,5	0,41	6,7
19	Украина	Озимая пше- ница	100	2,9	0,23	7,7
20	Краснодар- ский край	Кукуруза	100	20,5	1,23	10,5
21	Западная Сибирь	Ячмень	100	4,1	0,30	8,4
22	Краснояр- ский край	Яровая пше- ница	80	1,9	0,14	6,7
23	Западная Сибирь	Овес	90	5,8	0,45	9,3
24	Ставрополь- ский край	Озимая пше- ница	100	6,6	0,53	8,2
25	Ставрополь- ский край	Яровая пше- ница	100	3,3	0,25	6,7
26	Краснояр- ский край	Ячмень	80	4,9	0,39	5,6
27	Украина	Яровая пше- ница	100	5,4	0,41	7,7
28	Западная Сибирь	Озимая рожь	90	2,7	0,22	8,4
29	Западная Сибирь	Яровая пше- ница	90	2,3	0,17	6,7
30	Западная Сибирь	Яровая пше- ница	90	3,2	0,24	6,7



## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что образуется в процессе фотосинтеза?
2. Какое количество солнечной радиации, достигающей поверхности земли, может быть использовано для фотосинтеза?
3. Как определяется первичная продукция?

## Практическая работа № 4

### ЗАКОНЫ ГРЕГОРА МЕНДЕЛЯ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

**Цель:** продемонстрировать основные теоретические выводы, которые следуют из экспериментов Грегора Менделя.

**Время выполнения:** 6 часов (аудиторная работа – 4 ч, СРО – 2 ч).

**Оборудование:** семена гороха (кукурузы), чашки Петри, фильтр-бумага.

### КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

В 1860-х гг. австрийский монах Грегор Мендель представил новую теорию наследования, основанную на его экспериментах с растениями гороха. Эксперименты монаха по селекции в середине 1800-х гг. заложили основы генетики как науки.

Менделевское наследование – это тип биологического наследования, который следует законам, изначально предложенным Грегором Менделем в 1865 и 1866 гг. и вновь открытым в 1900 г.

Мендель проводил селекционные эксперименты в саду своего монастыря, чтобы проверить закономерности наследования. В течение нескольких поколений он выборочно скрещивал растения обыкновенного гороха (*Pisum sativum*) с определенными признаками. После скрещивания двух растений, отличавшихся одним признаком (высокие стебли против коротких, круглые горошины против морщинистых, фиолетовые цветы против белых и т. д.), Мендель обнаружил, что следующее поколение, «F1» (первое дочернее поколение), полностью состояло из особей, обладающих только одним признаком. Однако при скрещивании этого поколения с другим его потомство, «F2» (второе поколение потомков), показало соотношение 3 : 1, т. е. три особи имели тот же признак, что и один из родителей, а одна особь – признак другого родителя [4–7].

## Задания

1. Взять 4 чашки Петри, разложить в них 5–10 семян гороха или кукурузы на увлажненной фильтровальной бумаге. Между семенами должно быть расстояние, равное примерно 1 см. Две чашки поставить на хорошо освещенное место так, чтобы на них не попадал прямой солнечный свет. Две другие чашки изолировать от света, накрыв их картонной коробкой. Семена надо проращивать в течение 8–10 дней. При подсыхании следует подливать в чашки несколько капель воды, при этом держать чашки открытыми не более 5–10 секунд.

2. Сравнить проростки, развившиеся в темноте. Подсчитать число растений нормального зеленого цвета и число растений без хлорофилла. Записать данные в табл. 4.1. Когда большая часть начнет расти, одну из чашек Петри вынуть из-под коробки и поставить на свет. Продолжать наблюдения за ними до тех пор, пока большинство семян не прорастет.

*Таблица 4.1*

Количественные результаты проростков, развившихся на свету  
и в темноте

На свету		В темноте	
Количество зеленых растений	Количество альбиносов	Количество зеленых растений	Количество альбиносов
Отношение зеленых растений к альбиносам		Отношение зеленых растений к альбиносам	
Процент альбиносов		Процент альбиносов	
Изменение процента альбиносов после выноса растений на свет			

Данные, полученные обучающимся всей группы, занести в табл. 4.2.

Таблица 4.2

Обобщенные данные проростков, развившихся на свету и в темноте

На свету		В темноте	
Количество зеленых растений	Количество альбиносов	Количество зеленых растений	Количество альбиносов
Отношение зеленых растений к альбиносам		Отношение зеленых растений к альбиносам	
Процент альбиносов		Процент альбиносов	
Изменение процента альбиносов после выноса растений на свет			

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Отличаются ли друг от друга проростки, находившиеся на свету? Чем можно объяснить эти различия?
2. Сравните количественные данные: число растений зеленого цвета и число альбиносов (если они появятся) среди растений, выросших на свету.
3. Вычислите среднее значение отношения зеленых растений к альбиносам. Чем оно отличается от ожидаемого?
4. Каков процент альбиносов, выросших в темноте и на свету?
5. Какие, по вашему мнению, факторы влияют на образование хлорофилла?
6. Как изменится процент альбиносов среди растений, выращенных сначала в темноте, а потом на свету? Как объяснить эти изменения?

## Практическая работа № 5

### ПЕРВЫЙ, ВТОРОЙ И ТРЕТИЙ ЗАКОНЫ МЕНДЕЛЯ

**Цель:** изучить законы генетики на конкретных примерах.

**Время выполнения:** 10 часов (аудиторная работа – 6 ч, СРО – 4 ч).

**Оборудование:** калькулятор.

### КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Первый закон, или принцип единообразия, гласит, что при скрещивании двух особей, гомозиготных по разным признакам, потомство (первое поколение) будет гетерозиготным по этим признакам. Это означает, что фенотип (наблюдаемые характеристики) и генотип (гены, определяющие характеристики) у детей первого поколения будут идентичными.

Второй закон, или принцип расщепления, заключается в том, что каждая версия гена (аллель) для определенного признака отделяется или расщепляется в половых клетках особи. Таким образом, аллели имеют одинаковую вероятность быть унаследованными детьми.

Третий закон, или принцип независимого наследования, гласит, что разные признаки могут наследоваться независимо друг от друга. Мендель получил эту информацию, изучая наследование двух характеристик гороха: цвета и текстуры [8].

### Задание

1. Скрестили два сорта гороха, различающиеся окраской цветков (красные × белые). Все гибриды  $F_1$  имели красные цветки. Затем провели самоопыление гибридов  $F_1$ . Во втором поколении получили следующий фенотипический состав: 3 красных цветка и 1 белый цветок. Какой вывод можно сделать относительно наследования окраски цветков? Подтверждают ли эти данные первый закон Менделя?

2. При анализе второго поколения получилось, что из 200 растений подсолнечника половина имела желтые лепестки, а половина – коричневые.

Предполагалось, что признак контролировался единственным геном. Сделайте предположение о характере наследования признака.

3. Два вида пшеницы отличаются высотой стеблей (низкорослые и высокорослые). При скрещивании низкорослых сортов с высокорослыми в первом поколении получены растения средней высоты. Во втором поколении наблюдались растения трех типов: низкорослые, среднерослые и высокорослые. Объясните данное явление и приведите пример расщепления в численном выражении.

4. У картофеля два сорта различаются формой клубней (округлая и овальная форма). После скрещивания получено поколение  $F_1$  с округлой формой клубня. Какие возможны генотипы исходных родительских сортов?

5. У гороха имеются два сорта с контрастирующими признаками: гладкая поверхность семян (доминантный признак) и морщинистая поверхность семян (рецессивный признак). Скрестили чистые линии гороха с гладкой поверхностью семян и чистоплодные растения с морщинистыми семенами. В первом поколении все семена оказались гладкими. Вопрос: какой ожидается фенотип и генотип второго поколения ( $F_2$ ), полученного от самоопыления растений первого поколения ( $F_1$ )? Объясните ваш ответ, применяя первый закон Менделя.

6. Растения фасоли бывают высокими и низкими, причем высота растения определяется единственным геном. Высокий рост является доминантным признаком, низкий – рецессивным. Проведен опыт по скрещиванию растений высокой и низкой высоты, в результате которого получено первое поколение ( $F_1$ ), давшее все высокие растения. Полученное поколение самоопылилось, образовав второе поколение ( $F_2$ ). Во втором поколении оказалось следующее соотношение: 75 высоких растений и 25 низких. Объясните результаты опыта, примените второй закон Менделя и рассчитайте ожидаемое расщепление фенотипов в третьем поколении ( $F_3$ ), если самоопылить все растения из  $F_2$ .

7. У тыквы встречаются два признака: форма плода (круглая и продолговатая) и окраска кожуры (желтая и зеленая). Известно, что круглая форма плодов является доминантной по отношению к продолговатой, а желтая окраска – доминантна по отношению к зеленой. Проведен эксперимент по скрещиванию чистой линии круглых желтых плодов (двойные доминанты) с чистой

линией продолговатых зеленых плодов (двойные рецессивы). В первом поколении ( $F_1$ ) все плоды оказались круглыми и желтыми. Затем проводили скрещивание растений  $F_1$  друг с другом. Что можно ожидать во втором поколении ( $F_2$ ) по фенотипам и генотипам? Покажите схематично возможные комбинации генотипов и объясните, как это связано с третьим законом Менделя.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Передача генетической информации.
2. Доминантность – рецессивность признаков.
3. Закон единообразия гибридов первого поколения.
4. Закон расщепления.

## **Практическая работа № 6**

### **АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ. НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ**

**Цель работы:** изучить особенности анализирующего скрещивания и явления неполного доминирования в наследовании признаков у организмов.

**Время выполнения:** 10 часов (аудиторная работа – 6 ч, СРО – 4 ч).

**Оборудование:** калькулятор.

#### **КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Существуют некоторые модели наследования, которые не подчиняются законам Менделя. Они известны как вариации законов Менделя, или неменделевское наследование. Они соответствуют альтернативным механизмам передачи наследственных признаков.

Неполное доминирование – признаки, при которых один из них не обязательно доминирует над другим. При смешении генотипов две аллели могут образовывать промежуточный фенотип. Например, при смешивании красной и белой розы может получиться розовая роза.

Множественные аллели – в гене может быть несколько аллелей, но только две из них могут присутствовать и давать промежуточный фенотип, при этом ни одна из них не будет доминировать над другой. Например, как в случае с группами крови.

Кодоминирование – две аллели могут проявляться одновременно, поскольку доминантные гены могут проявляться и без смешения. Например, цветок, который одновременно окрашен в красный и белый цвета, без смешения.

Плейотропия – когда ген может влиять на экспрессию других генов. Например, ген, отвечающий за генетический дефект, может влиять на развитие организма.

Привязка к полу связана с генами, присутствующими в половых хро-



мосомах. Например, белые глаза у плодовых мушек появляются у самцов, а красные – в два раза чаще у самок.

Эпистаз – аллели одного гена могут маскировать аллели другого гена и влиять на их экспрессию. Например, некоторые гены связаны с синдромом раздраженного кишечника.

Комплементарные гены – это означает, что существуют рецессивные аллели разных генов, которые могут выражать один и тот же фенотип. Например, гены устойчивости к грибкам у пшеницы.

Полигенное наследование – это характеристики, определяемые несколькими генами, например рост, цвет кожи и др. [9].

### Задания

1. Горох имеет два контрастных признака: гладкость семян (доминантный признак) и морщинистость семян (рецессивный признак). Чистотелинейное растение с гладкими семенами скрестили с чистым же растением с морщинистыми семенами. В первом поколении ( $F_1$ ) появились только гладкие семена. Потомство первого поколения подвергли анализирующему скрещиванию с растениями, имеющими исключительно морщинистые семена. Какие варианты генотипов и фенотипов ожидаемы в результате анализирующего скрещивания? Привести схему анализа и расчет пропорций.

2. Цветок ночной красавицы может быть красным, розовым или белым. Красная окраска цветов обусловлена наличием доминантного гена ( $R$ ), белая – рецессивного ( $r$ ). Особенностью данного растения является неполное доминирование: гетерозиготные растения ( $Rr$ ) проявляют промежуточный розовый оттенок. Чистые линии красной ( $RR$ ) и белой ( $rr$ ) ночной красавицы были скрещены, и в первом поколении ( $F_1$ ) получились розовые цветы ( $Rr$ ). Последующее самоопыление розовых растений дало второе поколение ( $F_2$ ). Опишите, какое фенотипическое и генотипическое расщепление произойдет во втором поколении ( $F_2$ )? Объясните, почему произошло такое расщепление.

3. У дрозофилы самцы и самки определяются набором хромосом  $X$  и  $Y$ . Пол определяется числом  $X$ -хромосом:  $XX$  – самка,  $XY$  – самец. Допустим, у мухи-дрозофилы произошла мутация, и теперь на  $X$ -хромосоме находится доминантный ген ( $W$ ), ответственный за появление белых глаз, а нормальный

ген ( $w$ ) определяет красноглазый фенотип. В эксперименте самок нормального красного цвета глаз ( $ww$ ) скрестили с мутантными белыми самцами ( $X^wW/Y$ ). Определите, какого пола и с глазами какого цвета будут потомки в первом поколении ( $F_1$ ). Будет ли наблюдаться сцепленное с полом наследование?

4. У кошек окрас шерсти часто определяется геном, расположенным на X-хромосоме. Допустим, черная шерсть у кошки контролируется доминантным геном ( $B$ ), расположенным на X-хромосоме, а рыжая – рецессивным геном ( $b$ ). Ген на Y-хромосоме отсутствует, поэтому у самцов проявляется только тот ген, который присутствует на единственной X-хромосоме. Имеется кошка с черной шерстью (гомозиготная по данному признаку) и кот с рыжей шерстью. Их скрестили, и в первом поколении ( $F_1$ ) появились котята. Какого пола и какого окраса будут котята в первом поколении ( $F_1$ )? Является ли данная ситуация примером наследования, сцепленного с полом?

5. У кукурузы известны два неаллельных гена, контролирующие цвет зерен: ген  $A$  (доминантный) вызывает темно-желтый цвет зерна, а ген  $B$  (также доминантный) усиливает насыщенность цвета, придавая зерну оранжевый оттенок. Без присутствия гена  $A$  кукуруза остается белой. Если отсутствуют оба гена ( $aa\ bb$ ), зерна остаются белого цвета. Экспериментаторы взяли чистую линию кукурузы с ярко-оранжевыми зернами ( $AA\ BB$ ) и чистую линию с белыми зернами ( $aa\ bb$ ). Было проведено скрещивание, и в первом поколении ( $F_1$ ) все зерна оказались оранжевого цвета. Впоследствии растения первого поколения были переопылены между собой, получив второе поколение ( $F_2$ ). Какие фенотипы и в каком количестве ожидаются во втором поколении ( $F_2$ )? Объясните причину расщепления признаков.

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Раскройте определение «анализирующее скрещивание».
2. Что такое неполное доминирование?
3. Что такое кодоминирование?

## **Практическая работа № 7**

### **ИЗУЧЕНИЕ МОДИФИКАЦИОННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ У РАСТЕНИЙ, ПОСТРОЕНИЕ ВАРИАЦИОННОГО РЯДА И КРИВОЙ**

**Цель:** показать статистические закономерности модификационной изменчивости на примере использования математических методов в биологии.

**Время выполнения:** 8 часов (аудиторная работа – 4 ч, СРО – 4 ч).

**Оборудование:** клубни картофеля, линейка, простой карандаш.

#### **ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Модификационная изменчивость у растений (фенотипическая изменчивость) – это изменение признаков организма под действием условий окружающей среды, происходящее без изменения генотипа. Возникающие в этом случае изменения признаков называют модификациями.

Отличительные черты: не наследуется; обратима; имеет приспособительный (адаптивный) характер; однотипные изменения всех особей данного вида на определенное изменение среды.

Норма реакции – диапазон возможного проявления признака у организма, определенный генотипом. Изменчивость признака может быть существенной, но не выходить за пределы нормы реакции.

Вариационная кривая – это графическое изображение изменчивости определенного признака, которое иллюстрирует диапазон вариаций от минимального до максимального значений и частоту встречаемости каждой варианты.

Это графическое представление вариационного ряда – упорядоченного по возрастанию или убыванию набора значений признака в выборке. Каждое отдельное значение признака называется вариантой.

Значение вариационной кривой: оценить степень изменчивости признака; выявить средние и наиболее распространенные значения признака;

определить норму реакции и пределы изменчивости; анализировать влияние факторов среды на проявление признака [10].

### Задания

1. Подсчитайте количество почек-глазков на клубнях картофеля, измерьте длину и ширину картофеля.
2. Расположите полученные признаки в порядке нарастания их величины, обозначьте цифрами наиболее часто встречающиеся величины признака, получите вариационный ряд.
3. Запишите полученные данные вариационного ряда в табл. 7.1 (для каждого признака заполняется отдельная таблица).

Таблица 7.1

#### Полученные данные

Варианта (v)						
Частота встречаемости вариант (p)						

4. Постройте графическое выражение (вариационную кривую) изменчивости признаков – количество почек-глазков на клубнях картофеля, длины и ширины картофеля (для каждого признака свою вариационную кривую). С этой целью:

- по оси абсцисс отложите на одинаковом расстоянии отдельные варианты количество почек-глазков на клубнях картофеля или длины или ширины картофеля в нарастающем порядке;
- по оси ординат отложите числовые значения, соответствующие частоте повторяемости каждой варианты (количество почек-глазков на клубнях картофеля, длины и ширины картофеля);
- по горизонтальной оси восстановите перпендикуляры до уровня, соответствующего частоте повторяемости каждой варианты;
- точки пересечения перпендикуляров с линиями, соответствующими частоте вариант, соедините прямыми.

5. Определите среднюю величину изучаемых признаков, используя для этой цели формулу

$$M = (\sum(v \cdot p)) / n,$$

где  $n$  – общее число вариантов вариационного ряда;

$v$  – варианта;

$p$  – частота встречаемости вариант;

$M$  – средняя величина признака.

6. Какова норма реакции изучаемых признаков? Запишите min и max значения.

7. Сделайте выводы (длина вариационного ряда свидетельствует о ..., графическим выражением модификационной изменчивости признака является ..., пределы вариационной изменчивости признака ограничены ...).

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Что такое модификационная изменчивость?
2. Что такое норма реакции?
3. Что такое вариационный ряд?
4. Каково значение изученной модификации?
5. Каково влияние световой модификации на характер наследственности?

## **Практическая работа № 8**

### **СТАТИСТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭНДОГЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ**

**Цель:** изучить эндогенную изменчивость древесных растений.

**Время выполнения:** 6 часов (аудиторная работа – 4 ч, СРО – 2 ч).

**Оборудование:** листья древесных растений, линейка, простой карандаш, миллиметровая бумага.

### **КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Понятие «эндогенная изменчивость» было введено С. А. Мамаевым для полной характеристики изменчивости растений.

Эндогенная изменчивость у древесных растений наблюдается по многим структурным признакам: размерам и форме листьев, цветков, плодов, семян и шишек; размерам побегов; окраске органов, их опушенности; числу листьев, плодов, цветков на побеге; размерам пыльцевых зерен; анатомическому строению листьев и побегов. Наибольшей метамерной изменчивостью обладают количественные признаки вегетативных органов.

Из функциональных признаков неоднородны показатели фотосинтеза, дыхания, ферментной активности тканей листьев, интенсивности роста побегов, способности укоренения черенков и т. д.

Изменчивость по качественным признакам проявляется в содержании хлорофилла и антоцианов в листьях и побегах; в количестве воды в них; в содержании аскорбиновой кислоты, зольных элементов и азота, углеводов, белков, алкалоидов, глюкозидов, ростовых веществ и т. д.

Эндогенная изменчивость дерева определяется генетическими особенностями роста и развития, а также взаимодействием различных органов с внешней средой (освещением, температурой и др.), определяющей норму его реакции, которая выражается в вариабельности тех или иных признаков [11].

Для определения эндогенной изменчивости признака рассчитывают коэффициент вариации  $CV$ . В зависимости от уровня изменчивости при-

нака судят о его однородности в пределах особи. Если коэффициент вариации более 40 или от 21 до 40, т. е. уровень изменчивости очень высокий или высокий по шкале Мамаева (табл. 8.1), то признак неоднороден. Если коэффициент вариации менее 7 или от 7 до 12, т. е. уровень изменчивости очень низкий или низкий, то выборка по данному признаку однородна.

Длина, ширина, площадь и периметр листовой пластинки – количественные признаки, по которым может быть выявлена изменчивость у растений.

Таблица 8.1

Шкала изменчивости признаков (Мамаев, 1970)

Уровень изменчивости	Очень высокий	Высокий	Средний	Низкий	Очень низкий
Коэффициент вариации, %	более 40	21–40	10–20	7–12	Менее 7

### Задания

1. Соберите у одного дерева около университета 10 листьев.
2. Перенесите контуры листовых пластинок на миллиметровую бумагу.
3. Измерьте длину, ширину, площадь и периметр листовых пластинок.
4. Определите среднее значение каждого признака по формуле

$$\bar{X} = \sum X_i \cdot n,$$

где  $X_i$  –  $i$ -й элемент выборки;

$n$  – объем выборки.

4. Определите стандартное отклонение по формуле

$$\sigma = \sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 / (n - 1)}$$

5. Определите коэффициент вариации, который является важным показателем для оценки изменчивости признака у особей одной выборки:

$$CV = \sigma / \bar{X} \times 100.$$

7. Сделайте выводы.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Дайте характеристику видам модификационной изменчивости.
2. Какое значение для организмов имеет эндогенная изменчивость?
3. Дайте определение эндогенной изменчивости.
4. В чем заключаются закономерности изменчивости длины листьев?
5. Каковы пределы изменчивости изучаемого признака и ее среднее значение?



## **Практическая работа № 9**

### **АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ЭКОСИСТЕМЫ**

**Цель:** изучить экспериментально влияние абиотических факторов на прорастание семян.

**Время выполнения:** 6 часов (аудиторная работа – 4 ч, СРО – 2 ч).

**Оборудование:** семена горчицы, контейнеры, маркер.

### **КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Термин «экосистема» был введен английским ботаником А. Г. Тэнсли в 1935 г. Известно, что как биотические, так и абиотические факторы взаимодействуют друг с другом, образуя целостную экосистему. Таким образом, мы можем сказать, что экосистемы состоят из двух компонентов: это биотические и абиотические факторы, и они оба одинаково важны для поддержания стабильности в экосистеме.

Все живые организмы, присутствующие в экосистеме, называются биотическими компонентами, а неживые компоненты – абиотическими, например, физические условия (температура, влажность, соленость, солнечный свет, pH и т. д.). Взаимодействие как биотических, так и абиотических компонентов необходимо для стабильности и целостности экосистемы, и они взаимозависимы друг от друга для выживания. По этой причине исчезновение любого из компонентов приводит к дисбалансу во всей экосистеме.

Термин «биотический» состоит из двух слов: «*bio*» означает «живой организм», а «*tic*» означает «подобный». Таким образом, в совокупности они известны как живые организмы. Поэтому его также можно определить как все живые организмы, присутствующие на Земле, которые известны как биотические компоненты. Пример: растения, животные, люди, редуценты, дрожжи, насекомые и т. д. Все эти биотические компоненты взаимодействуют для развития новых поколений, то есть для воспроизводства новых организмов, чтобы поддерживать стабильность в пищевой цепочке.

Неживые части экосистемы называются абиотическими факторами. Они играют важнейшую роль в формировании экосистем, поскольку взаимодействие как биотических, так и абиотических факторов необходимо для стабильности экосистемы. Наиболее распространенными примерами абиотических факторов являются воздух, погода, вода, температура, влажность, высота над уровнем моря, pH, уровень почвы, типы почвы и многое другое, скорость течения воды, глубина воды и т. д.

### Задания

1. Взять 4 контейнера, разложить в них по 1,5 см почвы, взвесить на весах (количество грунта в контейнерах должно быть одинаковым). Затем положить по 30 семян горчицы в каждый контейнер и немного присыпать грунтом. Первый контейнер необходимо полить водой и поставить на хорошо освещенное место. Второй контейнер не поливать и поставить также на хорошо освещенное место. Третий контейнер полить водой и изолировать от света, убрав в сушильный ящик. Четвертый контейнер полить раствором стирального порошка. Семена надо проращивать в течение 7–14 дней.

2. Сравнить проростки из разных контейнеров. Измерить длину и массу растений. Записать данные в табл. 9.1 и 9.2.

*Таблица 9.1*

Количественные результаты проростков, развившихся в разных условиях

Номер контейнера	Масса грунта	Количество проростков	Средняя длина проростков	Масса проростков
1 (свет + вода)				
2 (свет без воды)				
3 (без света + вода)				
4 (свет + стир. порошок)				

Данные, полученные обучающимся всей группы, занести в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Обобщенные данные проростков, развившихся при разных условиях

Номер контейнера	Масса грунта	Количество проростков	Средняя длина проростков	Масса проростков
1 (свет+вода)				
2 (свет без воды)				
3 (без света + вода)				
4 (свет + стир. порошок)				

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Дайте определение экосистемы.
2. Что такое биотические факторы? Приведите примеры.
3. Что такое абиотические факторы? Приведите примеры.
4. Какой абиотический фактор в большей степени влияет на всхожесть семян?

## **Практическая работа № 10**

### **МЕХАНИЗМ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА В СИСТЕМЕ «ХИЩНИК – ЖЕРТВА»**

**Цель:** доказать, что покровительственная окраска и подражательное свойство животных является результатом естественного отбора в системе «хищник – жертва».

**Время выполнения:** 4 часа (аудиторная работа – 2 ч, СРО – 2 ч).

**Оборудование:** рисунки, таблицы животных, демонстрирующих покровительственную окраску.

### **КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Многообразие форм покровительственных окрасок делится на 4 группы: скрывающая, разрушающая, предупреждающая и маскарад.

**Скрывающая окраска.** Цвет животного соответствует его среде. Пример: белый медведь, который сливается с арктическим снегом, или арктическая лиса, меняющая цвет меха в зависимости от сезона.

**Разрушающая окраска.** Включает пятна, полосы или другие цветовые узоры, которые разбивают контур животного и делают его трудно различимым на фоне. Пример: полосы зебры.

**Предупреждающая окраска.** Характеризуется яркими, контрастными цветами, которые сигнализируют хищникам о том, что животное ядовито или опасно. Примеры: ядовитые лягушки, сунсы и бабочки-монархи.

**Маскарад.** При такой форме камуфляжа животное напоминает неживой объект, например ветку, лист или птичье гнездо. Пример: некоторые палочные насекомые, которые практически неотличимы от веток, на которых живут [12–14].

### **Задание**

Необходимо заполнить табл. 10.1–10.4 и сделать выводы.

Таблица 10.1

## Покровительственная (скрывающая) окраска животных

№	Животные	Окраска тела	Окраска среды	Тип окраски
1	Заяц-беляк (зима, лето)			
2	Олень пятнистый			
3	Тигр уссурийский			
4	Ворон серый			
5	Лягушка травяная			
6	Окунь речной			
7	Выпь обыкновенная			
8	Утка-кряква			
9	Песец обыкновенный			
10	Гусеница бабочки-белянки			

Таблица 10.2

Предостерегающая (демонстрационная)  
и угрожающая окраска животных

№	Животные	Окраска тела	Предостерегающая окраска	Угрожающая окраска
1	Оса			
2	Майский жук			
3	Бабочка-крапивница			
4	Жерлянка			
5	Шмель			
6	Божья коровка			
7	Морской конек			

Таблица 10.3

## Маскарад (подражательное сходство)

№	Животные, растения	Объект подражания
1	Журчалка шмелевидная	
2	Богомол	
3	Гусеница пяденицы	
4	Цветок орхидеи	
5	Кукушка	
6	Бабочка	

Таблица 10.4

## Покровительственная окраска в системе «хищник – жертва»

№	Животные	Хищник		Жертва	
		Окрас тела	Тип окраса	Окрас тела	Тип окраса
1	Синица – березовая пяденица				
2	Полярная сова – лемминг				
3	Лягушка – зеленый кузнечик				
4	Рысь – заяц-беляк				
5	Степной орел – суслик				
6	Куница – белка				
7	Песец – белая куропатка				
8	Кукушка – гусеница непарного шелкопряда				

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Дайте определение естественного отбора.
2. Приведите доказательства существования естественного отбора.
3. Что следует понимать под покровительственной окраской? Приведите примеры.
4. Почему некоторые животные меняют окраску тела по сезонам года?
5. Каковы механизмы естественного отбора в системе «хищник – жертва»?

## **Практическая работа № 11**

### **ГЕРБАРИЙ**

**Цель:** овладеть правилами изготовления и хранения гербария.

**Время выполнения:** 10 часов (аудиторная работа – 6 ч, СРО – 4 ч).

**Оборудование:** картон, нитки, растения.

### **КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Гербарий – это коллекция образцов растений, которые сначала высушивают, прессуют, монтируют, а затем маркируют на гербарных листах. Гербарные листы – это листы, на которых хранятся различные образцы с необходимой информацией для дальнейшего использования. В правом нижнем углу находится этикетка с некоторой информацией:

- латинское название образца;
- дата получения образца;
- местное название этого растения;
- семейство данного экземпляра;
- место, где был найден образец;
- имя коллекционера, собравшего этот конкретный экземпляр.

Существует несколько этапов изготовления гербария, которые описаны ниже.

1. Сбор: это первый этап, на котором собирают растительный материал длиной 30–40 см. Материал, используемый для определения, должен быть целым, т. е. с полным соцветием. Собранный материал следует хранить в металлическом сосуде или полиэтиленовых пакетах, чтобы сохранить влагу. При сборе растительного материала следует избегать больных растений.

2. Сушка: после сбора образцов растений их следует поместить в папки для газет. Следует избегать наложения образцов друг на друга.

3. Закрепление, сшивание и маркировка: в ходе этого процесса высушенные образцы закрепляются на листах гербария. Полевые данные вводятся в правой нижней части листа.

Основная функция гербария – таксономические исследования и полная идентификация, а второстепенная – изучение классификаций. Гербарный материал используется для изучения анатомии, палинологии и химических свойств растений. Растения, которые выдаются во временное пользование, сохраняются для дальнейшего использования. Он используется для сохранения растительного мира, в том числе для определения типа материала. Он также предоставляет информацию о распространении и встречаемости видов растений. Гербарные образцы могут представлять собой монографии, посвященные семействам и родам. Образцы основаны на классификации мировой флоры.

### Задание

1. Готовые растения оформляются на листе плотной бумаги формата А4.
2. Растения, прикрепляются тонкими полосками бумаги, смазанной клеем (рыбным, резиновым, казеиновым, столярным).
3. Крупные части растения пришивают нитками.
4. Каждый стежок завязывают отдельно.
5. В правом нижнем углу приклеивается этикетка (рис. 11.1).

Сибирский государственный университет геосистем и технологий	
Кафедра экологии и природопользования	
Семейство:	
Род:	
Вид:	
Местонахождение:	
Местообитание:	
Дата сбора:	
Автор сбора:	
Автор определения:	

Рис. 11.1. Гербарная этикетка



## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Правила гербаризации растений.
2. Монтирование гербария.
3. Типы гербария.

## **Практическая работа № 12**

### **ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА**

**Цель:** выявить основные этапы развития человека разумного.

**Время выполнения:** 4 часа (аудиторная работа – 2 ч, СРО – 2 ч).

**Оборудование:** тетрадь.

### **КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ**

Эволюция человека – это эволюционный процесс, охватывающий все биологические и культурные преобразования, которым подвергся человеческий вид, и приведший к появлению современных человеческих черт.

В XIX в. Чарльз Дарвин написал книгу «Происхождение видов», в которой изложил свою теорию эволюции. Дарвин считал, что у некоторых особей каждого вида есть мутации в определенных биологических признаках, которые могут быть естественным образом отобраны окружающей средой, что способствует выживанию этих особей, у которых будет больше шансов передать мутации своим потомкам.

Сегодня эта теория сочетается с генетическими исследованиями и теорией эволюции, согласно которой все виды являются результатом накопления последовательных изменений, происходивших на протяжении длительного времени.

Эволюция человека не была линейным процессом. Археологические данные свидетельствуют о том, что некоторые виды рода *Номо*, от которых произошли современные люди, сосуществовали в одно и то же время, и некоторые из них вымерли, в то время как другие эволюционировали.

Как и другие живые организмы, человеческий вид формировался на протяжении миллионов лет в ходе сложного процесса преобразований, называемого эволюцией. Все роды людей, участвовавшие в этой эволюции, называются гоминидами.

Ученые считают, что первыми предками человека были австралопитеки – род гоминидов, населявших Африку четыре миллиона лет назад.

Австралопитеки были приматами – типом млекопитающих, для которых характерны пятипалые руки с противопоставленным большим пальцем (то есть большим пальцем, противопоставленным остальным четырем, способным захватывать предметы), сложный мозг, центральное зрение и ежемесячный цикл фертильности у самок.

В эту группу приматов также входят гориллы, шимпанзе и орангутанги, но эти виды не претерпели такой же эволюционной трансформации.

Четыре миллиона лет назад на Земле произошли климатические изменения, превратившие африканские тропические леса в саванны. Эти изменения окружающей среды пошли на пользу австралопитекам, поскольку они были двуногими (то есть ходили на двух ногах). Двуногость освободила их руки для других задач, таких как сбор плодов с земли, съедобных корней и клубней, а также палок и камней. Кроме того, благодаря центральному зрению и двуногому передвижению они могли обнаруживать приближение хищников в саванне (покрытой травой средней высоты), а также преодолевать большие расстояния. От австралопитеков произошел род «человек», давший начало различным категориям людей, которые, в свою очередь, эволюционировали в современных людей. Эволюция человека не была линейным процессом, и различные виды людей сосуществовали в течение долгого времени в разных регионах. В роду «человек» было выделено более 18 различных видов.

Следующая хронология в общих чертах отражает эволюционные скачки человеческого вида.

*Homo habilis*, населявшие Африку 2,5 миллиона лет назад, достигавшие роста 1,40 м. Объем их черепной коробки составлял до 700 см<sup>3</sup>. Они научились говорить, изготавливать орудия труда и строить временные убежища.

*Homo erectus* мигрировали из Африки в Европу, Азию и Океанию около 1,5 миллиона лет назад. Они достигали роста 1,60 м и имели объем черепа до 1 000 см<sup>3</sup>; охотились на мелких животных, жили в лагерях и пещерах и научились управлять огнем.

*Homo sapiens*. Они населяли Африку, Европу, Азию и Океанию. Примерно 500 000 лет назад они начали эволюционировать от *Homo erectus*. Самые ранние окаменелости *Homo sapiens* как отдельного вида датируются

200 000 лет назад. Они достигали роста 1,70 м. Объем их черепной коробки достигал 1 500 см<sup>3</sup>, и ученые считают, что их интеллектуальный потенциал был сопоставим с потенциалом современных людей. *Homo sapiens* изготавливали более сложные орудия труда, использовали более сложную языковую систему и хоронили своих умерших.

*Homo neanderthalensis*. Они населяли Европу и Азию примерно с 230 000 до 30 000 лет назад, были охотниками и жили большими группами. Изначально ученые относили самые ранние ископаемые останки *Homo neanderthalensis* к отдельному роду *Homo*. Однако сегодня они классифицируются как подвид рода *Homo sapiens*. В более поздний период они сосуществовали с *Homo sapiens sapiens*, прямыми предками современных людей. Причины их вымирания остаются неизвестными.

*Homo sapiens sapiens*. Они населяли Африку, Азию, Европу, Океанию и Америку. Это вид, к которому принадлежат современные люди. Самые древние ископаемые останки датируются примерно 2 000 лет назад. Они освоили методы групповой охоты на крупных животных, практиковали религиозные обряды и изображали реальность в картинах и скульптурах.

К основным биологическим мутациям, повлиявшим на эволюцию человека, относятся двуногость, противопоставленные большие пальцы, умственная деятельность.

Двуногость. Прямохождение на задних конечностях возникло для более эффективной мобильности в африканских саваннах. Это позволило ранним гоминидам бегать быстрее и сохранять преимущество в высоте над травой, в которой потенциально могли прятаться хищники.

У особей, передвигавшихся на двух ногах, было больше шансов выжить, чем у тех, кто передвигался на четырех. Со временем эта особенность стала преобладающей, что привело к анатомическим изменениям, в результате которых череп прочно закрепился на позвоночнике.

Противопоставленные большие пальцы. Противоположный большой палец позволял гоминидам изготавливать и использовать орудия труда.

Когда гоминиды начали ходить прямо, их верхние конечности освободились, т. е. они больше не были нужны для перемещения с места на место. Это позволило им использовать руки для других задач, например для при-

ема пищи во время ходьбы, удержания потомства при бегстве от хищников, переноски еды или использования инструментов.

Камни, кости и куски дерева были одними из первых инструментов, которыми пользовались наши предки. Эти примитивные инструменты знаменуют собой начало технологического пути, который привел нас к современным сложным инструментам.

Умственная деятельность. Увеличение объема мозга означает повышение когнитивных способностей. По мере продвижения по эволюционной лестнице гоминидов, предшественников человека, наблюдается заметное увеличение объема черепа: от 350 см<sup>3</sup> у самых ранних австралопитеков до 1 200–1 400 см<sup>3</sup> у человека разумного.

Увеличение объема мозга свидетельствует о возросшей способности к более сложным когнитивным процессам, более широкому и глубокому мышлению, а также к ускорению мыслительных процессов. Кроме того, это позволило лучше учиться и абстрагироваться, что является определяющей чертой, отличающей человека от других животных.

Возникновение языка. Хотя коммуникация является общей чертой для всех форм жизни, язык присущ исключительно человеку.

Некоторые животные могут понимать и запоминать определенные указания, касающиеся желаемого или нежелательного поведения. Другие, например шимпанзе, способны понимать основы коммуникации с помощью языка жестов. Однако ни в одном из этих случаев речь не идет о членораздельном языке. Система, основанная на звуках и знаках, преобразующихся в сложные идеи, уникальна для нашего вида.

Искусство и культура. Искусство и культура – это отражение наших мыслительных способностей.

Самые сложные формы культуры и художественного самовыражения среди всех когда-либо существовавших человеческих видов были достигнуты *Homo sapiens*. Тем не менее некоторые предки также засвидетельствовали свое существование. Кроме того, считается, что неандертальцы оставили после себя наскальную живопись и другие формы доисторического искусства.

В нашей цивилизации искусство и культура являются отражением наших мыслительных способностей, экспрессивного и творческого духа. Более того,

они представляют собой высоко ценимый аспект нашего существования, нечто уникальное среди всех форм животной жизни.

### Задания

1. Необходимо письменно ответить на вопросы: являются ли современные человекообразные обезьяны предками человека? Какие наиболее важные доказательства происхождения человека от животного приводил Дарвин? Какие доказательства дает сравнительная эмбриология о близком родстве животных и человека? Какие основные движущие факторы способствовали эволюции человека?

2. Заполнить табл. 12.1–12.3.

Таблица 12.1

#### Специфичность признаков и органов человекообразных обезьян и человека

№	Сравниваемые признаки и органы	Характерные признаки и органы	
		ч/о обезьян	человека
1	Сплошные надбровные дуги		
2	Мозговая часть преобладает над лицевой		
3	Лоб низкий		
4	Хватательный тип стопы		
5	Челюсть слабая		
6	Клыки в зубном аппарате маленькие		
7	Объем мозга до 750 см <sup>3</sup>		
8	Наличие подбородочного выступа		
9	Теменные, височные, лобные доли мозга сильно развиты		
10	Вертикальное положение тела		
11	Большой палец руки не противопоставлен другим		
12	Удлиненные передние конечности		
13	Сигнальная система (речь)		
14	Создание и применение орудий труда		
15	Борозда, идущая от носа к губе		
16	Большой палец ноги противопоставлен другим		

Таблица 12.2

## Доказательства животного происхождения человека

№	Органы и рудименты у человека	Рудименты	Атавизмы
1	Наличие аппендикса		
2	Густая шерсть на всех частях тела		
3	Хвостовой придаток		
4	Появление шейной фистулы		
5	Многососковость		
6	Ушные мышцы		
7	Образование «гусиной» кожи		
8	Слабый волосяной покров		
9	Наличие «зуба мудрости»		
10	Подвижность большого пальца		
11	Мышца, поднимающая брови		
12	Полулунная складка, находящаяся во внутреннем углу глаза		
13	Наличие на ушной раковине дарвиновского бугорка		

Таблица 12.3

## Некоторые прогрессивные признаки в эволюции человека

№	Предки человека	Время жизни	Признаки в анатомии		
			Рост	Объем мозга	Передвижение
1	Австралопитек				
2	Питекантроп				
3	Неандерталец				
4	Кроманьонец				
5	Современный человек				

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каков образ жизни предков человека?
2. Какие известны доказательства происхождения человека от животных?

3. Какое значение в эволюции человека имело умение изготавливать орудия труда?
4. Каково соотношение основных движущих факторов эволюции человека?
5. В чем антинаучность и «вредность» социального дарвинизма?
6. Докажите единство происхождения рас и их равенство.



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берсенева С. А. Лабораторный практикум по ботанике. Часть 1. Анатомия и морфология растений. – Уссурийск : ПГСХА, 2015. – 242 с.
2. Биология : учебное пособие / Д. К. Бахова, А. Ю. Паритов, А. А. Яхутлова [и др.]. – Нальчик : КБГУ, 2024. – 108 с.
3. Биология : учебное пособие / под ред. С. В. Костюкевича. – СПб. : СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2023. – 176 с.
4. Викторова Т. В., Асанов А. Ю. Биология : учебное пособие для студентов мед. вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Академия, 2019. – 320 с.
5. Ботаника : учебник для вузов. В 4 т. Т. 1. Клеточная биология. Анатомия. Морфология : пер. с нем. / П. Зитте и др. – М. : Академия, 2007. – 368 с.
6. Буланый Ю. И. Общая биология : учебное пособие. – М. : ФЛИНТА, 2025. – 182 с.
7. Заяц Р. Г., Бутвиловский В. Э., Давыдов В. В. Биология. Терминологический словарь. – Минск : Высш. школа, 2013. – 224 с.
8. Ларькина Т. П., Колясникова Н. Л. Ботанический практикум : учебное пособие. – Пермь : Пермская ГСХА, 2012. – 162 с.
9. Овчарова Е. Н., Елина В. В. Биология (растения, грибы, бактерии, вирусы) : учебное пособие для поступающих в вузы. – М. : ИНФРА-М, 2013. – 704 с.
10. Русинова Н. В. Учебно-полевая практика по зоологии : учебно-методическое пособие / сост. А. А. Русинов. – Ярославль : ЯрГУ, 2015. – 60 с.
11. Скоробогатова О. Н. Лабораторные занятия по биологии : учебно-практическое пособие. – Нижневартонск : Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2013. – 119 с.
12. Фардеева М. Б., Прохоров В. Е. Полевая практика по ботанике : учебно-методическое пособие. – Казань, 2009. – 167 с.
13. Черновский Л. А. Биология : учебное пособие. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – 184 с.
14. Ярыгин В. Н. Биология. – М. : Юрайт, 2011. – 453 с.

*Учебное издание*

**Луговская** Анна Юрьевна

# **БИОЛОГИЯ**

Редактор *О. В. Георгиевская*

Компьютерная верстка *А. П. Бочарниковой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 14.11.2025. Формат 60 × 84 1/16.

Усл. печ. л. 2,90. Тираж 105. экз. Заказ 150.

Гигиеническое заключение

№ 54.НК.05.953.П.000147.12.02. от 10.12.2002.

Издательско-полиграфический центр СГУГиТ

630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в издательско-полиграфическом центре СГУГиТ

630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 8