

БИОЛОГИЯ 10



ТАШКЕНТ
2022

УДК 57(075.3)
ББК 28.0я72
Б 63

Составители:

**К. Сапаров, И. Азимов, М. Умаралиева, У. Рахматов, З. Тиллаева,
И. Абдурахманова, Э. Очилов, С. Хайтбаева, Л. Уралова**

Международный эксперт:

Бахтиёр Шералиев

Рецензенты:

- А. А. Бекмухамедов – заведующая кафедрой генетики биологического факультета Национального университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека, кандидат биологических наук;
- Ж. С. Садинов – младший научный сотрудник Института ботаники Академии наук Республики Узбекистан;
- Х. С. Нурметов – старший преподаватель кафедры генетики и эволюционной биологии Чирчикского Государственного педагогического института Ташкентской области;
- М. А. Хаджимуратова – преподаватель кафедры зоологии и анатомии факультета естественных наук Ташкентского Государственного педагогического университета имени Низами;
- С. И. Зайнев – преподаватель кафедры биологии и методики преподавания факультета естественных наук Ташкентского Государственного педагогического университета имени Низами.

Биология [Текст]: учебник для 10-го класса / К. А. Сапаров [и др.]. – Ташкент: Республиканский центр образования, 2022. – 200 с.

УДК 57(075.3)
ББК 28.0я72

*Оригинальный макет и концепция дизайна разработаны
Республиканским центром образования.*

Издан за счёт средств Республиканского целевого книжного фонда.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА I. МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

1.1. Биология как наука.	9
1.2. Практическое занятие. Моделирование уровней организации жизни..	13
1.3. Химический состав живых организмов.	14
1.4. Практическое занятие. Значение воды для живых организмов.....	17
1.5. Углеводы.	19
1.6. Липиды.	23
1.7. Белки.	27
1.8. Практическое занятие. Создание биологической инфографики.	32
1.9. Нуклеиновые кислоты.	33
1.10. Практическое занятие. Решение задач по строению ДНК и РНК.	37

ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.1. Эукариотическая клетка. Клеточная стенка.	41
2.2. Цитоплазма. Немембранные органоиды клетки.	45
2.3. Мембранные органоиды клетки.	49
2.4. Лабораторная работа. Изучение влияния температуры на проницаемость плазматической мембраны.	53
2.5. Ядро.	54
2.6. Прокариотическая клетка.	56
2.7. Практическое занятие. Сравнительное изучение строения прокариотических и эукариотических клеток.	59
2.8. Обмен веществ. Энергетический обмен.	60
2.9. Практическое занятие. Решение задач по энергетическому обмену в клетках.	63
2.10. Реализация генетической информации в клетке.	65
2.11. Практическое занятие. Моделирование биосинтеза белка.....	70
2.12. Размножение прокариотических и эукариотических клеток.	73
2.13. Мейоз.	75
2.14. Лабораторная работа. Изучение процесса митоза с помощью микропрепараторов.	79
2.15. Практическое занятие. Моделирование фаз митоза и мейоза.	80

ГЛАВА III. ЖИЗНЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

3.1. Бесполое размножение организмов.	85
3.2. Гаметогенез.	91
3.3. Половое размножение организмов.	95
3.4. Бесполое и половое размножение в жизненном цикле растений и животных.....	100
3.5. Практическое занятие. Моделирование бесполых и половых поколений растений (мхи, хвощи, папоротники, семенные растения).	102

ГЛАВА IV. НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ

4.1. Законы наследственности	107
4.2. Практическое занятие. Решение задач по генетике: полное и неполное доминирования.	112
4.3. Практическое занятие. Решение задач по кодоминантности и плейотропии.....	113
4.4. Генетика пола.	115
4.5. Наследование признаков, сцепленных полом.	118
4.6. Практическое занятие. Решение задач, сцепленных полом.....	122
4.7. Изменчивость.	124
4.8. Практическое занятие. Изучение модификационной изменчивости..	128
4.9. Генотипическая изменчивость.	130
4.10. Практическое занятие. Сравнительное изучение модификационной и мутационной изменчивости.	133

ГЛАВА V. ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

5.1. Генная инженерия.	137
5.2. Изменение клеточной наследственности.	141
5.3. Биотехнология.	145
5.4. Практическое занятие. Идентификация сайтов рестрикций и изучение использования пектиназы в производстве фруктовых соков.	148

ГЛАВА VI. ЭКОСИСТЕМА

6.1. Структурная организация экосистем.	153
6.2. Практическое занятие. Определение компонентов экосистем.....	157
6.3. Факторы среды.	160
6.4. Работа над проектом. Сравнение строения растений, выращенных в разных экологических условиях.....	165
6.5. Трофическая структура экосистем.	167
6.6. Практическое занятие. Создание схем и решение задач по пищевой цепи и пищевым сетям.	172

ГЛАВА VII. ЭВОЛЮЦИЯ

7.1. Движущие факторы эволюции.	176
7.2. Практическое занятие. Изучение демографических показателей населения на основе закона Харди – Вайнберга.	179
7.3. Естественный отбор.....	181
7.4. Приспособление в органическом мире как результат эволюции.....	185
7.5. Практическое занятие. Изучение приспособления организмов к среде обитания.....	188
7.6. Появление видов.	190

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дорогие учащиеся! В 7 – 9 классах, изучая биологию, вы познакомились со многими понятиями, терминами и законами природы. В текущем учебном году на основе полученных знаний вы продолжите изучение биологии. Биология изучает строение живых организмов, их характеристики, размножение, развитие, происхождение, взаимоотношения с природными сообществами и их места обитания. Биологические знания подготавливают основу для вашего развития как личности, выбора профессии, расширения научного мировоззрения и приобретения экологического мышления с широким пониманием научной картины мира.

С помощью этого учебника на уроках биологии вы научитесь смотреть на природу как на целостную систему – от низшего к высшему структурному уровню жизни – и самостоятельно обобщать биологические понятия, теории и законы, приводить их к единой системе, устанавливая между ними причинно-следственную связь.

Перед каждым параграфом в рубрике «**Проверка базовых знаний**» помещены вопросы и задания. Это позволит вам лучше понять и усвоить новый материал. Внимательно осваивайте тематический текст, самостоятельно открывайте для себя, как исследователя, новые знания. Узнайте, как создавать инфографику, чтобы быстро понять суть темы.

В рубрике «**Применение новых знаний**» параграфа перечислены задачи на уровнях познания и понимания биологических объектов, явлений и процессов, а также биологических теорий и законов, анализа, синтеза и оценки. Выполняя эти задания, вы сможете познавать, понимать, объяснять, интерпретировать биологические явления и процессы, применять методы научных исследований, анализировать, синтезировать, обобщать, проектировать и моделировать биологические объекты, явления, процессы.

Практические и лабораторные занятия, данные в учебнике, помогут вам понять природу биологических законов, применить знания для решения биологических задач. Закрепляйте свои навыки с помощью упражнений, приведённых в конце каждой главы.

	<p>Наденьте защитную одежду Во время практики следует надеть защитную одежду, чтобы предотвратить попадание на вас различных веществ.</p>		<p>Наденьте перчатки Указывает на опасность травмы рук. Вы должны надеть перчатки, чтобы защитить руки.</p>
	<p>Острый/режущий предмет Острые и режущие предметы могут нанести травму. Вы должны быть осторожными при их использовании.</p>		<p>Хрупкий материал Лабораторное оборудование может разбиться и нанести вред вам и окружающей среде. Вы должны быть осторожными при использовании этих предметов.</p>
	<p>Биологическая опасность Следует остерегаться заболеваний, вызванных бактериями,protoцистами, грибами, растениями и животными.</p>		<p>Легковоспламеняющееся вещество или высокая температура Вы должны быть осторожными, потому что химические вещества могут взорваться или загореться по разным причинам.</p>

УЧЁНЫЕ - БИОЛОГИ



Ёлкин Туракулов (1916–2005). Академик Академии наук Республики. Заслуженный деятель науки Узбекистана, доктор биологических наук, профессор. Научные работы Ёлкина Туракулова связаны с биохимией тиреоидных гормонов при патологиях щитовидной железы. Его исследования посвящены современной биологии, медицине, биохимии, биофизике, радиобиологии и эндокринологии. За свои работы по заболеваниям щитовидной железы с использованием радиоактивного йода учёный был удостоен престижной Государственной премии.

Джура Мусаев (1928–2014). Академик Академии наук Республики Узбекистан. Заслуженный деятель науки Узбекистана, доктор биологических наук, профессор. Джура Мусаев создал генетическую коллекцию хлопчатника. Он первым разработал генетическую теорию комбинативного наследования генов аллотетраплоидного хлопчатника. Вместе со своими учениками он создал коллекцию моносомных, транслокационных и цитологически меченых линий хлопчатника. Джура Мусаев является одним из авторов сортов хлопчатника «Гюльбахор», «Навбахор», «Армугон».



Абдусаттор Абдукаримов (1942). Академик Академии наук Республики Узбекистан, доктор биологических наук, профессор.

Абдусаттор Абдукаримов является одним из основателей и первым директором Института генетики Академии наук Республики Узбекистан. А. Абдукаримовым впервые в Узбекистане создана лаборатория молекулярной биологии, где было экспериментально доказано, что тиреоидные гормоны участвуют в регуляции процессов жизнедеятельности в цитоплазме, митохондриях и ядре клетки с помощью специальных белковых молекул-рецепторов. А. Абдукаримов является одним из основоположников биотехнологии хлопчатника в республике, руководил программой научных работ, связанных с клонированием генов и получением растений из одиночных клеток в искусственных условиях. В созданном А. Абдукаримовым центре генной инженерии «ГЕНИНМАР» создана технология селекции хлопчатника на основе ДНК-маркеров и на их основе впервые получены новые сорта хлопчатника.

Ахрор Музффаров (1909–1987). Деятель науки Узбекистана, доктор биологических наук, профессор. Ахрор Музффаров изучал водоросли водоёмов гор Средней Азии и впервые вывел закономерности их распространения. Он доказал, что водоросли можно искусственно размножать и использовать в различных отраслях народного хозяйства. Вместе со своими учениками он разработал методы биологической очистки воды, загрязнённой водными растениями, методы использования хлореллы для повышения продуктивности животноводства и очистки водоёмов, загрязненных водорослями, сине-зелёных азотфиксацирующих водорослей в выращивании хлопчатника, пшеницы и риса.



Ахрор Туляганов (1908–1990). Член-корреспондент Академии наук Узбекистана, заслуженный деятель науки и техники Узбекистана, доктор биологических наук, профессор. Научная деятельность Ахрора Туляганова была посвящена изучению почвенных и растительноядных нематод (круглых червей). Он открыл около 25 новых видов этих животных. Под его руководством составлен каталог растительных и почвенных нематод, встречающихся на территории Узбекистана, разработаны мероприятия по борьбе с паразитическими нематодами кенафа, хлопчатника и овощных культур.



Джалолиддин Азимов (1938). Академик Академии наук Республики Узбекистан, доктор биологических наук, профессор. Джалолиддин Азимов – директор Института зоологии АН Республики Узбекистан. Научные работы Джалолиддина Азимова посвящены изучению состава, развития и биологического разнообразия фауны паразитарных организмов в биогеоценозах Узбекистана. Он определил факторы эволюции системы «паразит – хозяин», развития различных эндопаразитов позвоночных и закономерности формирования фаунистических комплексов.

Машхура Мавляни (1934). Академик Академии наук Республики Узбекистан, заслуженный деятель науки Узбекистана, доктор биологических наук, профессор.

Машхура Мавляни – основоположник промышленной микробиологии в Узбекистане. Впервые в Средней Азии создала коллекцию промышленных микроорганизмов. Разработала методы борьбы с микроорганизмами-вредителями. Создала новую схему классификации бесспоровых грибов. Под действием гамма- и лазерных лучей ею были обнаружены и внедрены активные мутанты. Изучив ряд дрожжей, создала технологию приготовления дрожжей для хлебопекарной, животноводческой и других отраслей промышленности.



Ибрагим Абдурахманов (1975). Академик Академии наук Республики Узбекистан, доктор биологических наук, профессор.

Член Всемирной академии наук (TWAS), член Исполнительного комитета Международной инициативы по геному хлопка (ICGI) и Ассоциации исследователей хлопка США (ICRA), член редколлегии ряда международных журналов. Лауреат международной премии «TWAS Prize 2010» в области сельского хозяйства Международной академии наук (TWAS).

Лауреат премии Международного консультативного комитета по хлопку (ICAC) «Исследователь года» (2013). За большой вклад в реформы в области науки, техники и инноваций в республике в 2021 году ему присвоено звание «Заслуженный изобретатель и рационализатор Республики Узбекистан».

Под его руководством впервые в мире была разработана технология подавления активности генов фитохрома хлопчатника (ген-нокаут) и за короткий срок были выведены новые сорта без использования чужеродных генов с высокими показателями качества волокна, урожайности, скороспелости и развитой корневой системой; созданы сорта «Порлок-1», «Порлок-2», «Порлок-3» и «Порлок-4». Эта технология в настоящее время широко используется при создании новых биотехнологических сортов пшеницы, картофеля и других сельскохозяйственных культур.

Акбар Гафуров (1927–2022). Заслуженный работник народного образования, доктор биологических наук, профессор.

Акбар Гафуров первым в Узбекистане создал кафедру методики преподавания биологии. Он является основоположником науки «Методики преподавания биологии» в нашей стране и научной школы в этой области. Исследования учёного посвящены генетике, теории эволюции, методике преподавания биологии. Является соавтором учебно-методических сборников «Генетика человека», «Эволюционное обучение», «Методика преподавания биологии».



Ташханим Рахимова (1944). Геоботаник, эколог, доктор биологических наук, профессор.

Научная работа учёного посвящена оценке экологического состояния растительного покрова и пастбищ Узбекистана, адаптации эколого-биологических характеристик кормовых растений, изменениям пастбищных экосистем в процессе опустынивания.

Ташханим Рахимова – специалист в области геоботаники и экологии растений. Является крупным представителем научной школы по изучению эколого-биологических свойств кормовых растений засушливых регионов Узбекистана. Она является автором ряда карт по оценке состояния естественных пастбищ Узбекистана.

Ташханим Рахимова – самоотверженный человек, искусный педагог, скромный учёный, наставник молодёжи. Её ученики трудятся в высших учебных заведениях нашей республики и в различных отраслях народного хозяйства.

2.7. Практическое занятие. Сравнительное изучение структуры прокариотических и эукариотических клеток

Синтез. Укажите сходство (общее) аспектов прокариотических и эукариотических клеток в кластере.

Оценка. Составьте сравнительную таблицу, основываясь на своих знаниях о прокариотах и эукариотах. Обсудите информацию в таблице в группе.

2.7. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОКАРИОТИЧЕСКИХ И ЭУКАРИОТИЧЕСКИХ КЛЕТОК

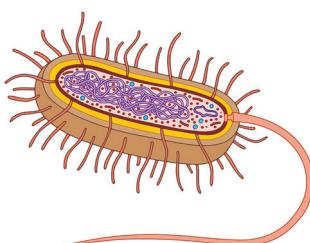
Цель: изучить особенности строения и различия между эукариотическими и прокариотическими клетками.

Правила безопасности:

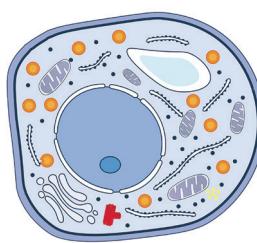


Порядок выполнения работы:

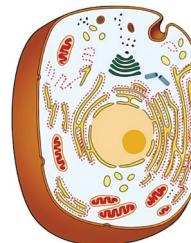
- Изучите клетки бактерий, грибов, растений и животных под микроскопом.
- Сравните клетки, которые вы наблюдали под микроскопом, с рисунками, приведёнными ниже.
- Изучите строение клетки и заполните таблицу.



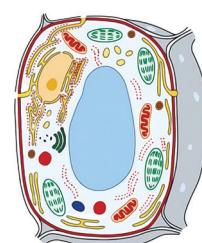
бактериальная клетка



клетка гриба



животная клетка



растительная клетка

Уникальное строение	Бактериальная клетка	Клетка гриба	Животная клетка	Растительная клетка
Ядро				
Нуклеотид				
Цитоплазма				
Гликокаликс				
Митохондрия				
Пластида				
Эндоплазматическая сеть				
Комплекс Гольджи				
Лизосома				
Вакуоль				
Пероксисома				
Клеточный центр				
Цитоскелет				
Рибосома				

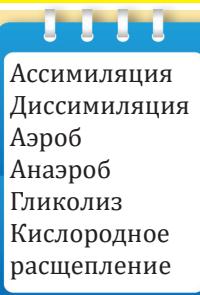
Обсудите и сделайте выводы.

- Объясните практическую важность изучения особенностей прокариотических клеток.
- В чём сходство и различие между эукариотическими и прокариотическими клетками?

ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.8. Обмен веществ в клетке. Энергетический обмен

2.8. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ В КЛЕТКЕ. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН



Проверка базовых знаний. Почему при физической работе наблюдается одышка? Что это означает?

Для поддержания постоянной температуры тела и жизнедеятельности организму требуется энергия. Для обеспечения клетки энергией используется энергия, выделяющаяся в результате расщепления органических веществ и химических реакций. Углеводы являются источником энергии для большинства животных и человека.

Совокупность реакций, обеспечивающих клетку энергией, называется энергетическим обменом (диссимиляция, катаболизм). Совокупность реакций пластического и энергетического обмена, обеспечивающих непрерывность жизнедеятельности клетки, называется **метаболизмом**, а продукты метаболизма – **метаболитами** (рис. 2.23). Пластический и энергетический обмен взаимосвязаны. АТФ является универсальным источником энергии, он необходим для реакций пластического обмена. Это вещество синтезируется в реакциях энергетического обмена. Ферменты, необходимые для диссимиляции, синтезируются в реакциях пластического обмена. Клетки постоянно связываются с окружающей средой за счёт пластического и энергетического обмена. Эти процессы являются главным условием долголетия клетки, источником её роста, развития и функций.

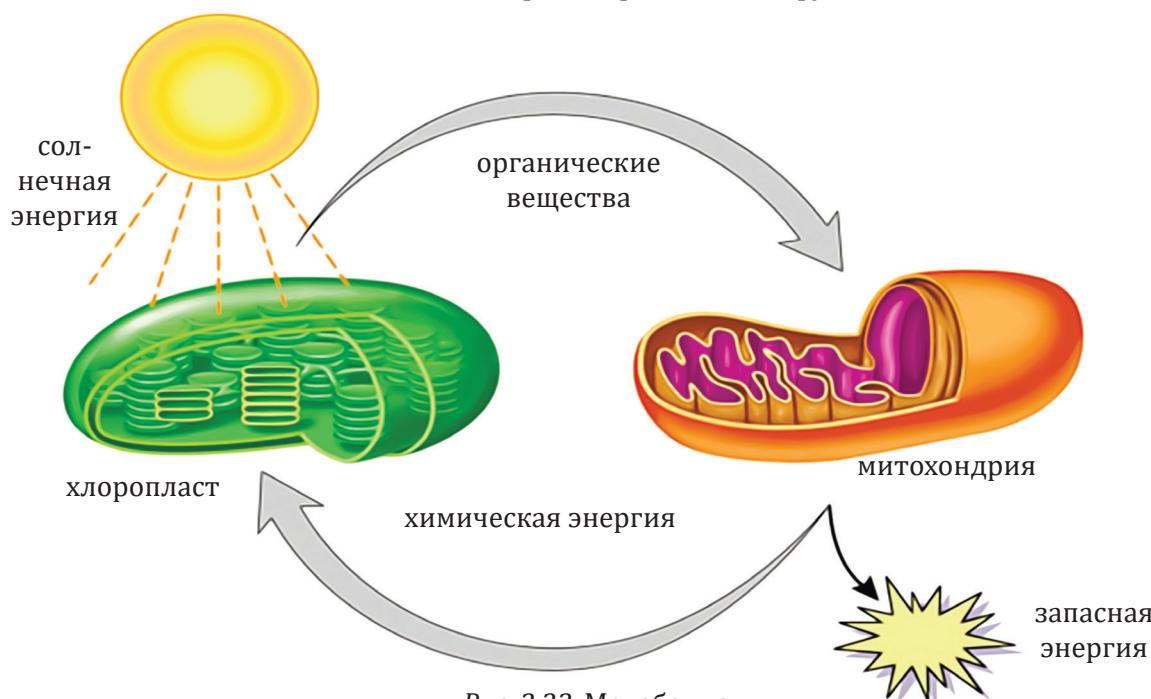


Рис. 2.23. Метаболизм

Все живые организмы, имеющие клеточное строение, представляют собой открытые системы, которые постоянно обмениваются веществом и энергией с окружающей средой.

Энергетический обмен – диссимиляция. Универсальным источником энергии во всех клетках служит АТФ (аденозинтрифосфат). Это вещество синтезируется в результате реакции фосфорилирования:



Необходимая энергия для синтеза АТФ образуется за счёт разложения органических веществ в клетке. Эта энергия запасается в химических связях АТФ.

Этапы энергетического обмена. Процесс обмена энергией в клетке также называют клеточным дыханием. Организмы, которые используют кислород при дыхании, называются аэробами, а организмы, которые дышат в бескислородной среде, называются анаэробами. У аэробов диссимиляция происходит в 3 этапа.

1. Подготовительный этап.

Подготовительный этап в организме человека осуществляется путём расщепления сахарозы, лактозы, гликогена и крахмала на мономеры (глюкозу, фруктозу, галактозу) с помощью пищеварительных ферментов. В ходе этих реакций выделяется энергия, но вся энергия рассеивается в виде тепла. Часть образовавшихся на этом этапе веществ используется для синтеза органических веществ, необходимых для процессов жизнедеятельности клетки, а часть расщепляется.

2. Бескислородный этап. Бескислородный этап (гликолиз) заключается в ферментативном бескислородном расщеплении низкомолекулярных органических веществ, которые были получены в ходе подготовительного этапа. Например, расщепление глюкозы.

Гликолиз – это анаэробный путь расщепления глюкозы до молочной кислоты, сопровождающийся выделением энергии, запасаемой в виде АТФ.

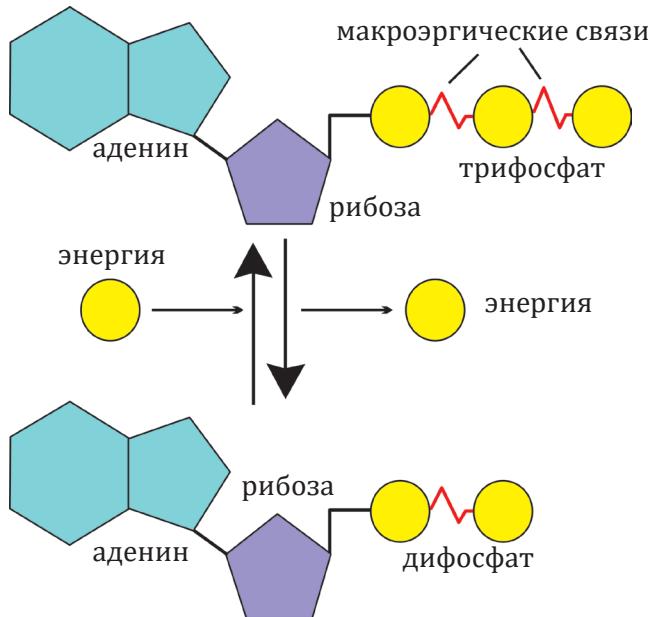


Рис. 2.23. Энергетический обмен

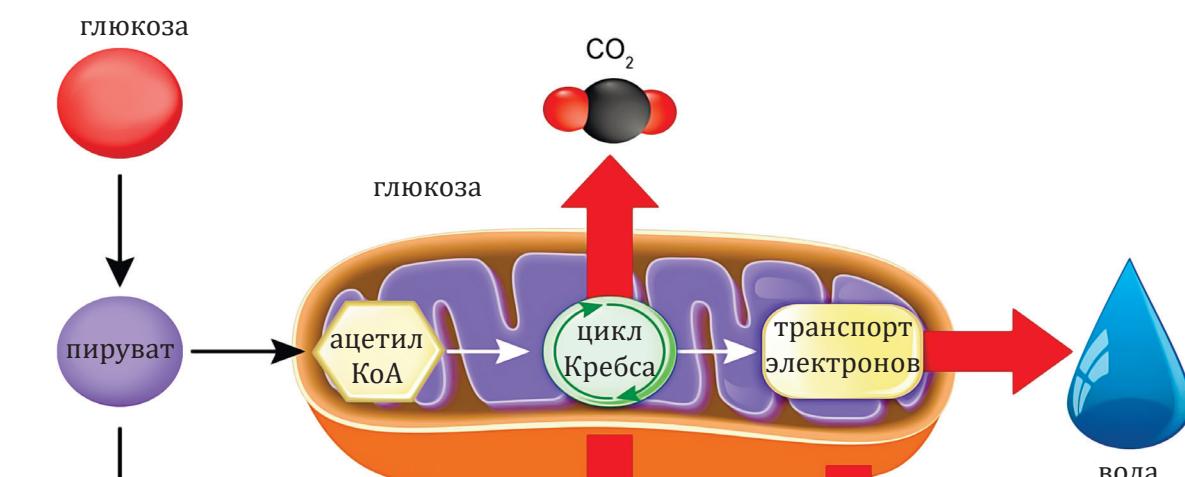
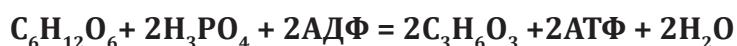


Рис. 2.24. Цикл Кребса

ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.8. Обмен веществ в клетке. Энергетический обмен

При расщеплении одной молекулы глюкозы в процессе гликолиза образуются 2 молекулы молочной кислоты, 2 молекулы АТФ и выделяется 2 молекулы воды. Всего выделяется 200 кДж энергии. 40 % этой энергии накапливается в фосфатных связях АТФ, а остальные 60 % рассеиваются в виде тепла:



Процесс гликолиза осуществляется в клетках растений, животных, грибов, бактерий. В мышцах человека после напряжённой физической работы в клетках не хватает кислорода, и из глюкозы образуется большое количество молочной кислоты. В результате мышцы устают.

3. Этап кислородного расщепления. В аэробных организмах после гликолиза происходит последняя стадия энергетического обмена – аэробное расщепление. При этом вещества, образующиеся в процессе гликолиза, расщепляются до конечных продуктов (CO_2 и H_2O). При этом из 2 молекул молочной кислоты образуется 36 молекул АТФ, 42 молекулы H_2O и 6 молекул CO_2 :



В результате полного окисления двух молекул молочной кислоты выделяется 2600 кДж энергии, 1 440 кДж которой связываются с АТФ. Остальные 1 160 кДж энергии рассеиваются в виде тепла. Таким образом, суммарно энергетический обмен клетки в случае распада глюкозы можно представить следующим образом:



Во время этих преобразований выделяется приблизительно 2 800 кДж энергии, из которых в виде химических связей молекул АТФ запасается около 1 520 кДж.

Таким образом, анаэробная стадия энергообмена протекает в цитоплазме, а аэробная – в митохондриях.

Применение новых знаний.

Знание и понимание.

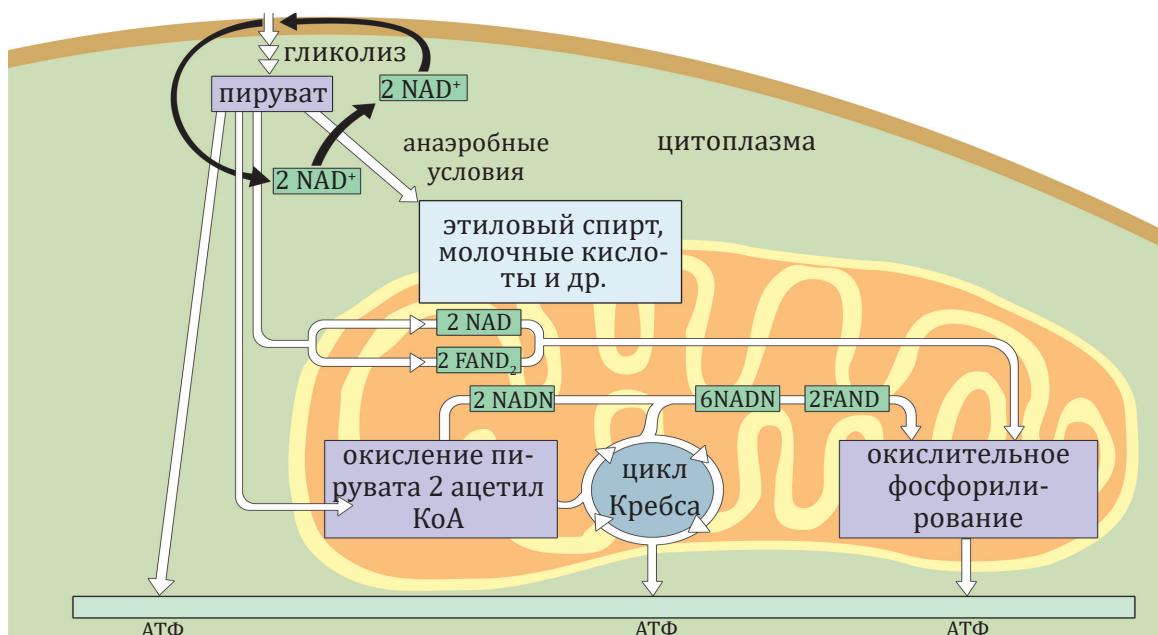
1. В чём заключается процесс энергетического обмена?
2. Откуда берётся энергия для синтеза АТФ из АДФ?
3. Из каких этапов состоит энергетический обмен?
4. Объясните реакции аэробного расщепления.
5. Объясните связь между пластическим обменом и энергетическим обменом.

Применение. Установите соответствие между энергетическим обменом и его этапами.

Процессы обмена веществ	Этапы энергетического обмена
А) расщепление пировиноградной кислоты на углекислый газ и воду	
Б) расщепление глюкозы до пировиноградной кислоты	
В) Синтез 2-х молекул АТФ	
Г) Синтез 36 молекул АТФ	
Д) происходит с участием рибосомы	
Е) происходит в митохондриях	

2.9. Практическое занятие. Решение задач, связанных с энергетическим обменом в клетках

Анализ. Проанализируйте процессы, происходящие при дыхании клетки, изображенные на рисунке.



Синтез. Какие продукты получаются в результате спиртового брожения?

Оценка. Объясните значение аэробного дыхания в эволюции.

**2.9. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. РЕШЕНИЕ
ЗАДАЧ, СВЯЗАННЫХ С ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ОБМЕНОМ В КЛЕТКАХ**

Цель: научиться решать задачи, связанные с энергетическим обменом, этапами энергетического обмена, подготовительным этапом, образованием энергии при гликолизе и аэробным распадом.

Энергия, необходимая для процессов в клетке, накапливается в виде различных аккумулирующих веществ. Одним из таких веществ является **АТФ** (адено-зинтрифосфат) (рис. 2.25).

Молекула АТФ считается универсальным источником энергии в клетках живых организмов. В то же время, когда в клетках протекают энергозатратные процессы, клетка может синтезировать АТФ из молекулы АДФ. Потребность клетки в энергии всегда возникает при гидролизе молекулы АТФ, то есть при отделении АДФ и фосфорной кислоты (или АМФ и пирофосфата) от АТФ. Энергия, выделяющаяся при этом, расходуется на все процессы жизнедеятельности клетки, например, на активную транспортировку ионов натрия, калия и кальция через мембранны и на все процессы синтеза.

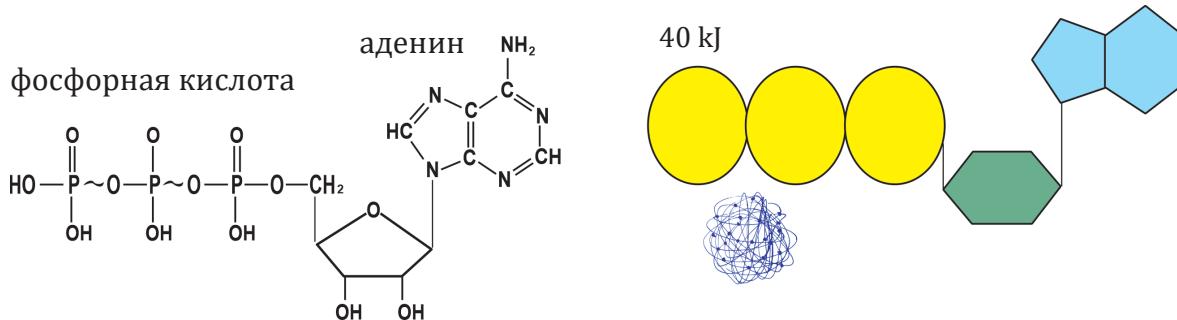


Рис. 2.25. Состав АТФ

ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.9. Практическое занятие. Решение задач, связанных с энергетическим обменом в клетках

Подготовительный этап	Бескислородный этап	Кислородный этап
	200 кДж	2600 кДж
Выделяемая энергия полностью рассеивается в виде тепла.	80 кДж - 2АТФ (40 %) 120 кДж (60%) рассеиваются в виде тепла.	1 440 кДж - 36АТФ (55,4 %) 1 160 кДж (44,6 %) рассеиваются в виде тепла.

Задача 1. Определите количество расщеплённой молочной кислоты и накопленной энергии (кДж) в АТФ на аэробном этапе, если в процессе гликолиза 720 кДж энергии рассеялось в виде тепла.

На стадии брожения, т. е. гликолиза, от распада 1 молекулы глюкозы выделяется 2 молекулы молочной кислоты и 120 кДж энергии в виде тепла.

1 молекула $C_6H_{12}O_6$ – 2 молекулы $C_3H_6O_3$ – 120 кДж тепловая энергия

1 – 120 КДж

x – 720 КДж

x=6 молекул глюкозы.

Итак, из 1 молекулы $C_6H_{12}O_6$ образуются 2 молекулы $C_3H_6O_3$, а из 6 молекул $C_6H_{12}O_6$ образуются **12 молекул $C_3H_6O_3$** .

При расщеплении 2 молекулы молочной кислоты в аэробном этапе 1 440 кДж энергии накапливаются в АТФ.

2 молекулы $C_3H_6O_3$ – 1 440 кДж

12 молекул – x

x = $1\ 440 \cdot 12 / 2 = 8\ 640$ кДж

Ответ: расщеплено 12 молекул молочной кислоты и накоплено 8 640 кДж энергии в АТФ.

Задача 2. При полном расщеплении глюкозы выделяется 7 680 кДж тепловой энергии. Какое количество энергии накапливается в АТФ, если такое количество глюкозы подвергается не полному расщеплению? **Ответ: 480.**

Задача 3. Неизвестное количество глюкозы подверглось полному и неполному расщеплению. В итоге образовались 252 молекулы АТФ. Количество полностью расщеплённых молекул глюкозы в 0,5 раза больше количества глюкозы, подвергшейся неполному расщеплению. Определите количество АТФ, образовавшееся из глюкозы, подвергшейся полному окислению. **Ответ: 228.**

Задача 4. При полном расщеплении глюкозы выделяется 6 400 кДж тепловой энергии. Какое количество энергии (кДж) накапливается в АТФ при гликолизе? **Ответ: 400 кДж.**

Задача 5. В процессе энергетического обмена было синтезировано 152 молекулы АТФ. Сколько процентов из них синтезируется в митохондриях? **Ответ: 94,7.**

Задача 6. Неизвестное количество глюкозы подверглось полному и неполному расщеплению. В итоге образовались 252 молекулы АТФ. Количество полностью расщеплённых молекул глюкозы в 0,5 раза больше количества глюкозы, подвергшейся неполному расщеплению. Определите количество полностью расщеплённой глюкозы. **Ответ: 228.**

Обсудите и сделайте выводы. Обмен энергией во всех организмах происходит в три этапа? Соотнесите функции углеводов, белков и жиров в энергетическом обмене. Как внешняя среда влияет на метаболизм и энергетический обмен?

2.10. РЕАЛИЗАЦИЯ НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ В КЛЕТКЕ

Проверка базовых знаний. Каким образом клетка регулирует свою деятельность как самоуправляемая система? Каково значение репликации ДНК для клетки?

Живые организмы обладают способностью воспроизводиться, то есть создавать себе подобных, и эта характеристика связана с передачей генетической информации из поколения в поколение. Этот процесс на молекулярном уровне основан на биосинтезе ДНК путём репликации, обеспечивающей точное копирование генетической информации. На клеточном уровне это свойство реализуется путём деления митохондрий и хлоропластов в процессах митоза и мейоза.

Клетка, являясь генетической единицей, передающей наследственную информацию последующим поколениям, обеспечивает непрерывность появления новых поколений.

Основным веществом, передающим генную информацию, является ДНК, но этот процесс происходит только в живых клетках.

Основным условием жизни организмов является способность клеток синтезировать белковые молекулы. Белки выполняют в организме множество разнообразных функций, поэтому в клетке синтезируются тысячи различных белков.

Каждый вид имеет уникальный набор белков, отличающийся от других видов. Белки, выполняющие одну и ту же функцию в разных организмах, также различаются по количеству и последовательности аминокислот. Белки, выполняющие важные жизненные функции, сходны во всех организмах.

Генетический код
Нуклеотид
Редупликация
Транскрипция
Трансляция
Матрица

Нуклеотиды									
1	2								3
	У	Ц	А		Г				
У	УУУ	фенил-аланин	УЦУ	серин	УАУ	тироzin	УГУ	цистеин	У
	УУЦ		УЦЦ		УАЦ		УГЦ		Ц
	УУА	лейцин	УЦА		УАА	стоп-кодоны	УГА	стоп-кодон	А
	УУГ		УЦГ		УАГ		УГГ	триптофан	Г
Ц	ЦУУ	лейцин	ЦЦУ	пролин	ЦАУ	гистидин	ЦГУ	аргинин	У
	ЦУЦ		ЦЦЦ		ЦАЦ		ЦГЦ		Ц
	ЦУА		ЦЦА		ЦАА	глютамин	ЦГА		А
	ЦУГ		ЦЦГ		ЦАГ		ЦГГ		Г
А	АУУ	изолейцин	АЦУ	треонин	ААУ	аспарагин	АГУ	серин	У
	АУЦ		АЦЦ		ААЦ		АГЦ		Ц
	АУА		АЦА		ААА	лизин	АГА		А
	АУГ	метионин	АЦГ		ААГ		АГГ		Г
Г	ГУУ	валин	ГЦУ	аланин	ГАУ	аспарагиновая кислота	ГГУ	глицин	У
	ГУЦ		ГЦЦ		ГАЦ		ГГЦ		Ц
	ГУА		ГЦА		ГАА	глютаминовая кислота	ГГА		А
	ГУГ		ГЦГ		ГАГ		ГГГ		Г

Рис. 2.26. Генетический код

ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.10. Реализация наследственной информации в клетке

Белки пищи перевариваются (расщепляются до аминокислот) в органах пищеварительной системы. Аминокислоты поступают через стенки кишечника в кровь и транспортируются в клетки, где из них синтезируются белки, характерные для данного организма. Каждая клетка синтезирует белок в соответствии с генетической информацией. Срок жизнедеятельности белков ограничен, и через некоторое время они распадаются. Вместо них беспрерывно появляются новые.

Свойства белков в первую очередь определяются их первичной структурой, т. е. последовательностью аминокислот. Первичная структура белков определяется последовательностью нуклеотидов в ДНК. Информация о строении и процессах жизнедеятельности каждой отдельной клетки, даже многоклеточного организма, заключена в последовательности нуклеотидов ДНК. Эта информация называется **наследственной или генетической информацией**.

Генетический код. Генетическая информация о первичной структуре белков располагается одна за другой в виде последовательностей нуклеотидов в цепи ДНК. Часть молекулы ДНК, последовательность нуклеотидов в которой определяет последовательность аминокислот в данном белке, называют **геном**. Набор сочетаний каждой аминокислоты, входящей в состав белков, с помощью трёх нуклеотидов (триплетов, кодонов), расположенных последовательно в нуклеиновых кислотах, называется **генетическим кодом**. Четыре разных нуклеотида РНК могут образовывать 64 комбинации, $4^3=64$ кода. Установлено, что большинство основных аминокислот кодируются 1, 2, 3, 4, 6 триплетами. Расшифровка генетического кода осуществлена американскими биохимиками – М. Нидербергом и С. Очоа в 1962 году (рис. 2.26).

Особенности генетического кода:

1. Каждую аминокислоту кодирует триплет нуклеотидов.
2. Каждый триплет кодирует лишь одну аминокислоту.
3. Одна аминокислота может кодироваться несколькими триплетами.
4. Генетический код универсален, то есть один для всех организмов.
5. Из 64 комбинаций триплетов генетического кода 61 кодируют аминокислоты. Эти триплеты называются значимыми. УГА, УАА, УАГ не кодируют аминокислоты. Это кодоны-терминаторы, сигнализирующие об окончании полипептидной цепи.

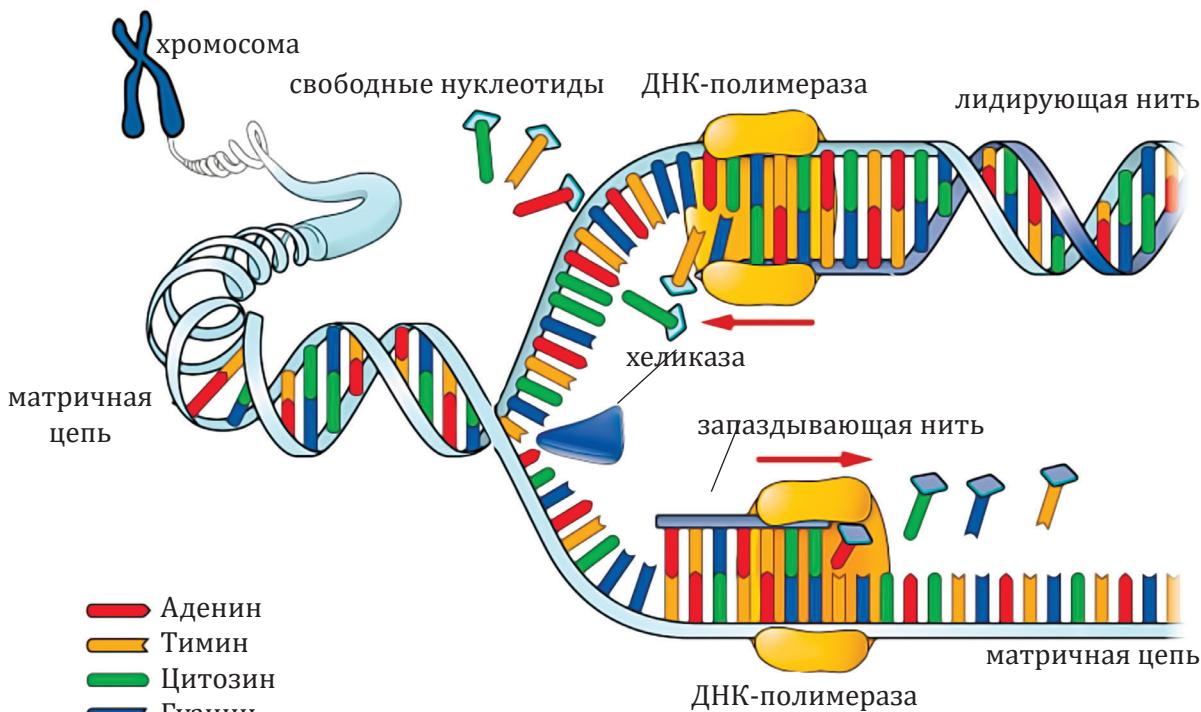


Рис. 2.27. Редупликация ДНК

Реакции матричного синтеза. Генетическая информация ДНК определяется последовательностью соединения молекул нуклеотидов. Синтез биополимеров на основе генной информации называется реакцией матричного синтеза. Сюда входят синтез ДНК – редупликация, синтез РНК – транскрипция, синтез белков – трансляция. В основе реакции матричного синтеза лежит принцип комплементарности.

Редупликация ДНК. Биосинтез ДНК основан на способности молекул ДНК к самоудвоению, вследствие чего дочерние молекулы становятся точной копией материнской. Этот процесс называется редупликацией. Две цепочки ДНК разделяются с помощью специальных ферментов. Каждая цепь становится матрицей, на которой собираются нуклеотиды по принципу комплементарности. Этот синтез происходит с участием фермента ДНК полимеразы за счёт энергии АТФ. Процесс происходит в интерфазе жизнедеятельности клетки (рис. 2.27).

Реализация генетического кода в клетках. Реализация генетической информации в клетке происходит в два этапа: сначала информация о структуре белка переносится с ДНК на мРНК (транскрипция), затем в рибосомах осуществляется конечный продукт – синтез белка (трансляция).

Транскрипция (синтез РНК). В этом процессе ДНК является матрицей. Информация о структуре белка хранится в ДНК. Синтез белка происходит в цитоплазме, на рибосомах. Информация о структуре белка переносится из ядра в цитоплазму с помощью мРНК. Записывается часть двойной цепи ДНК и синтезируется мРНК с помощью фермента РНК-полимеразы на основе комплементарности (А-У, Г-Ц) в одной из цепей. Только одна нить ДНК имеет смысл, вторая цепь ДНК действует как матрица. мРНК синтезируется из этой матричной цепи. Синтезированная мРНК комплементарна транскрибуируемой цепи ДНК, то есть последовательность нуклеотидов в мРНК строго определяется последовательностью нуклеотидов в ДНК. Например, если часть транскрибуируемой цепи ДНК имеет последовательность нуклеотидов А-Ц-Г-Т-Г-А, то соответствующая часть молекулы мРНК имеет вид У-Г-Ц-А-Ц-У. Таким образом, в результате транскрипции происходит перенос генетической информации с ДНК на мРНК.

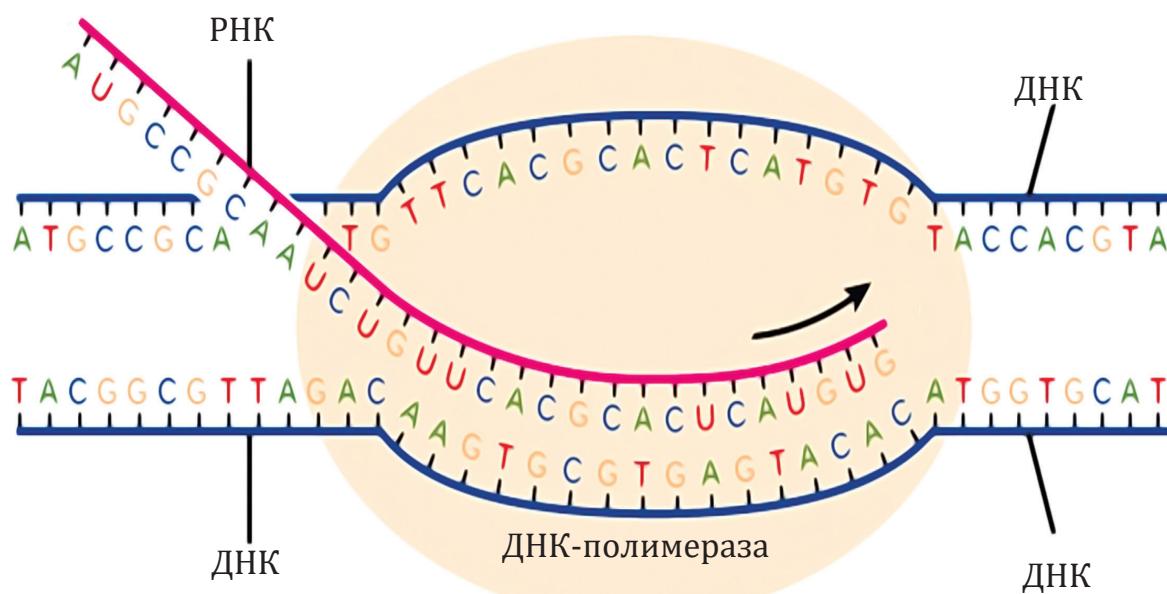


Рис. 2.28. Транскрипция

ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.10. Реализация наследственной информации в клетке

Транскрипция может происходить одновременно в нескольких генах на одной хромосоме и в генах, расположенных на разных хромосомах. Перенос информации о последовательности аминокислот с ДНК на мРНК называется **транскрипцией** (рис. 2.29).

Молекулы РНК, синтезированные у прокариотов, могут непосредственно взаимодействовать с рибосомами и участвовать в синтезе белка. У эукариотов мРНК синтезируется в ядре и с помощью специальных белков проходит через поры ядра в цитоплазму. Ещё два вида РНК – тРНК и рРНК – также синтезируются в специальных генах.

Трансляция (синтез белков). Трансляция – это процесс перевода генетической информации с «языка» мРНК на «язык» аминокислот. В этом процессе матрицей является мРНК. В процессе трансляции в рибосомах формируется первичная структура белка на основе информации, содержащейся в РНК. Рибосомы прикрепляются к участку мРНК, где начинается синтез белка. На этом конце мРНК находится триплет АУГ, начинаящий трансляцию, который называется «стартовым кодоном». Антикодоны тРНК комплементарны кодонам мРНК в рибосомах.

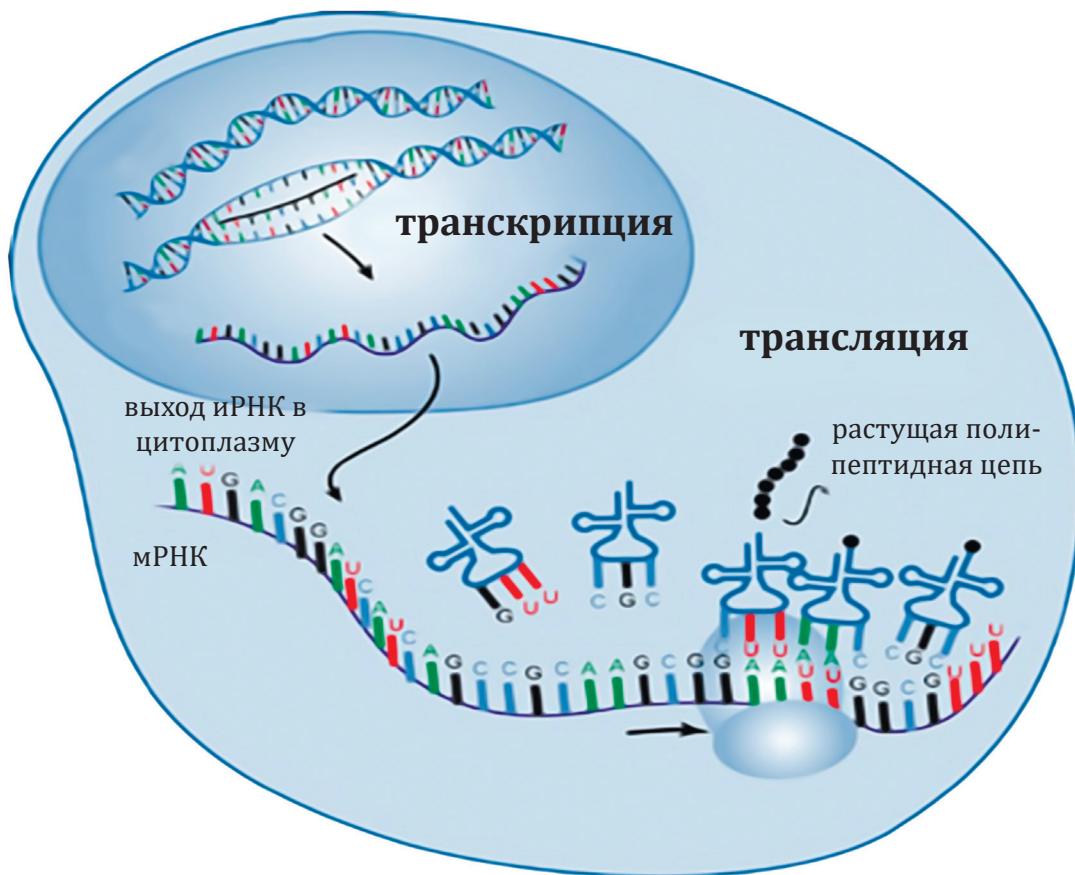


Рис. 2.29. Трансляция

Благодаря уникальному расположению комплементарных нуклеотидов молекула тРНК имеет форму, подобную листу клевера (рис. 2.30). Каждая тРНК имеет акцепторный участок, к которому присоединяется аминокислота, активируемая энергией АТФ. В противоположной части молекулы тРНК находится специфический триплет – антикодон, отвечающий за её присоединение к соответствующему триплету мРНК (кодону) по принципу комплементарности.

Антикодон молекулы тРНК, связывающий аминокислоту, комплементарен кодону мРНК.

Таким же образом вторая тРНК соединяет активированную аминокислоту со следующим кодоном мРНК. Между двумя аминокислотами образуется пептидная связь, после чего первая тРНК отделяется от аминокислоты и покидает рибосому. После этого мРНК переходит к одному триплету, а следующая молекула тРНК, связанная с аминокислотой, входит в рибосому. В результате к дипептиду добавляется третья аминокислота, и мРНК перемещается ещё на один триплет. Таким образом, полипептидная цепь удлиняется.

Процесс трансляции продолжается до тех пор, пока один из трёх стоп-кодонов не соединится с рибосомой, после чего синтез белка прекращается и рибосома расщепляется на две субъединицы.

Все вышеперечисленные процессы происходят очень быстро. На каждом этапе биосинтеза белка соответствующие ферменты катализируют и обеспечивают энергию за счет расщепления АТФ.

Поэтому такие процессы, как размножение организмов, регенерация и деление клеток, передача генетической информации, обеспечиваются посредством реакций матричного синтеза.

Применение новых знаний.

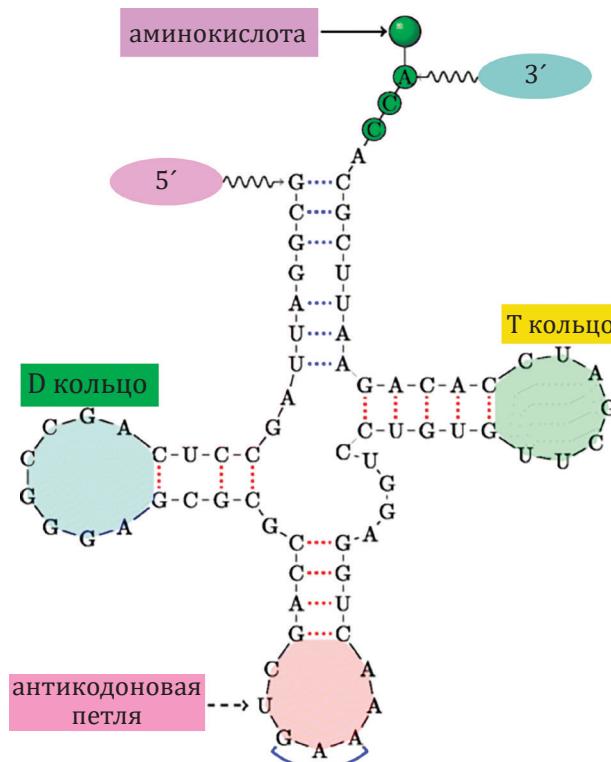
Знание и понимание.

1. Что означает слово репликация и транскрипция?
2. Объясните механизм синтеза РНК из ДНК.
3. Какие свойства имеет генетический код?
4. Что такое матричный синтез?
5. Какие функции имеют рибосомы в синтезе белка?

Применение. Почему аминокислоты включаются в состав белка при трансляции не случайным образом, а только кодируются триплетами мРНК и со строгим соблюдением последовательности этих триплетов? Какие типы тРНК участвуют в синтезе белка?

Анализ. Определите последовательность нуклеотидов в мРНК и количество аминокислот в белке, синтезированном на основе молекулы ДНК, состоящей из нуклеотидной последовательности ГТЦАТГГАТАГТЦЦТААТ.

Синтез. Используя таблицу генетического кода, составьте схему использования генетической информации в процессе биосинтеза белка и отразите её в таблице ниже.



A-U-G-C-C-A-C-A-G-C-U-U-A-G-U-G-A-A-U-U-U

Рис. 2.30. Комплементарность антикодона тРНК кодону мРНК

ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.11. Практическое занятие. Моделирование процесса биосинтеза белка

Первая цепь ДНК	АТГ	ТАТ	ГАА	ГАТ	ЦЦТ	ЦГТ	ГТТ	ЦЦА	ГГА
Вторая цепь ДНК									
иРНК (кодон)									
тРНК (антикодон)									
Аминокислоты									

Оценка

- Если молекулярная масса белка составляет 36 000 г/моль, определите количество нуклеотидов в соответствующих мРНК и ДНК этого белка.
- Определите количество нуклеотидов в синтезированной мРНК и количество аминокислот в белке, а также массу белка, исходя из фрагмента ДНК, состоящего из 450 пар нуклеотидов.

2.11. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БИОСИНТЕЗА БЕЛКА

Цель: понять и отработать на практике процесс биосинтеза белка на основе моделирования.

Биосинтез белка состоит из процессов транскрипции и трансляции. В ядре РНК синтезируется из ДНК с помощью фермента РНК-полимеразы. Этот процесс называется **транскрипцией**. Синтезированная мРНК выходит в цитоплазму через поры ядра и соединяется с рибосомой. тРНК транспортирует аминокислоты, соответствующие последовательности нуклеотидов в мРНК. Этот процесс называется **трансляцией**.

Оборудование: картон, цветная бумага, ножницы, клей.

Правила безопасности:   

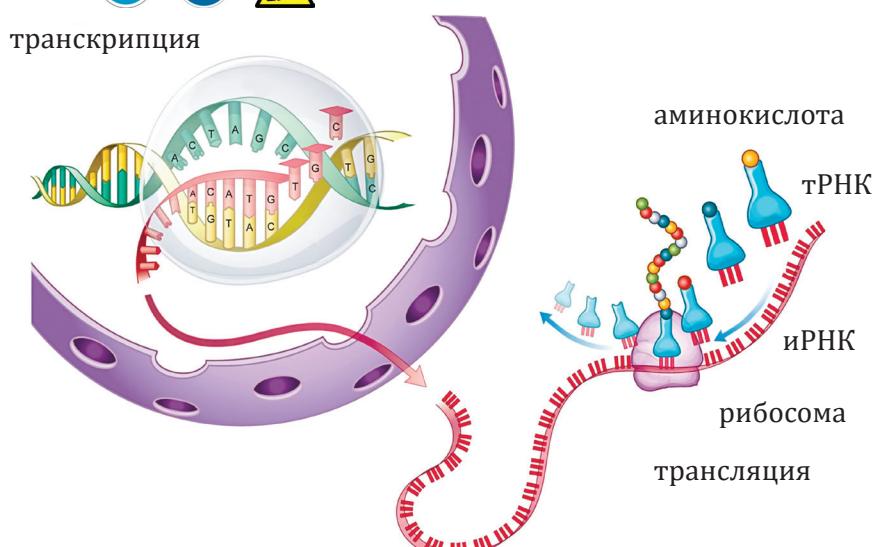
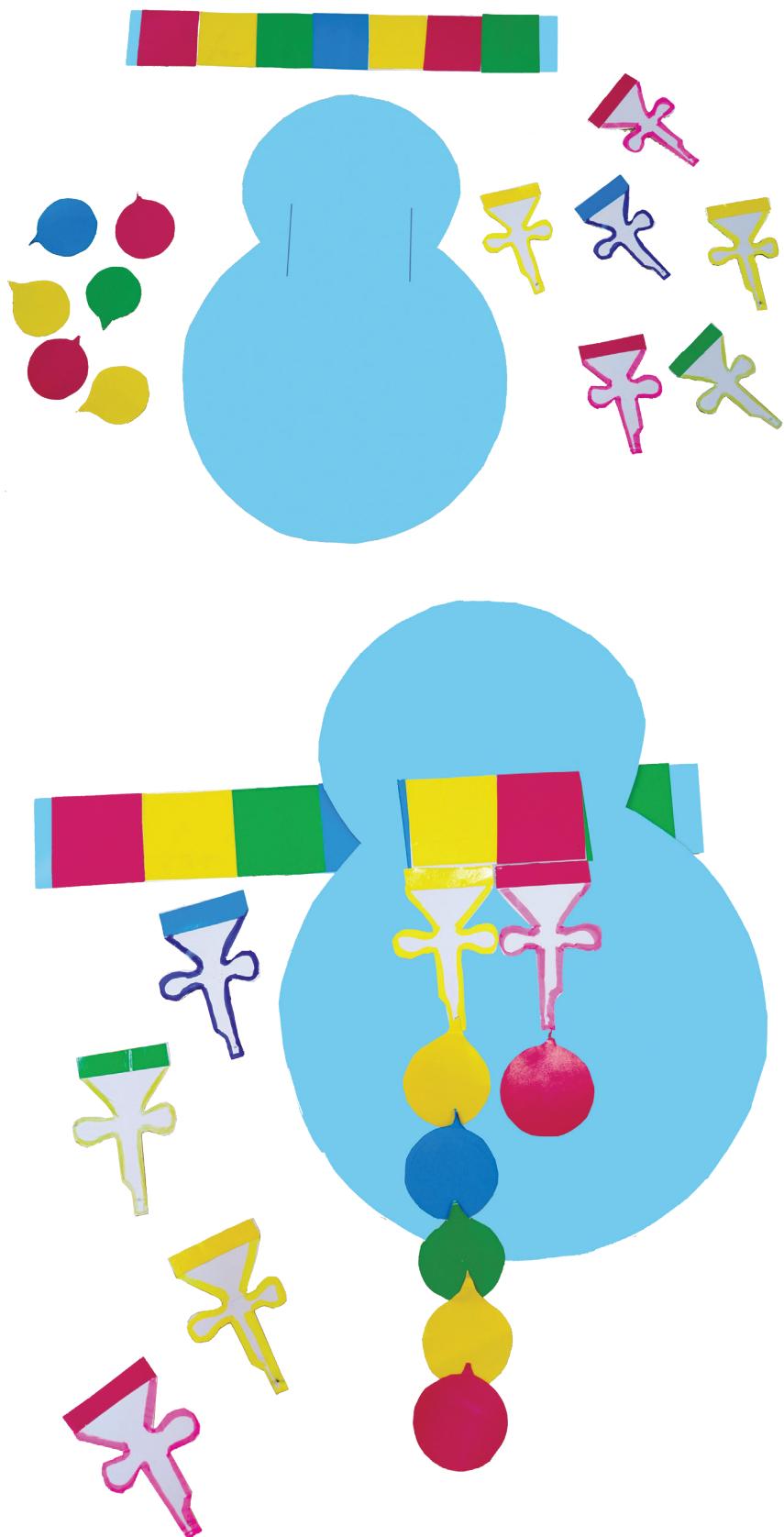


Рис. 2.32. Биосинтез белка



ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.11. Практическое занятие. Моделирование процесса биосинтеза белка

Порядок выполнения работы:

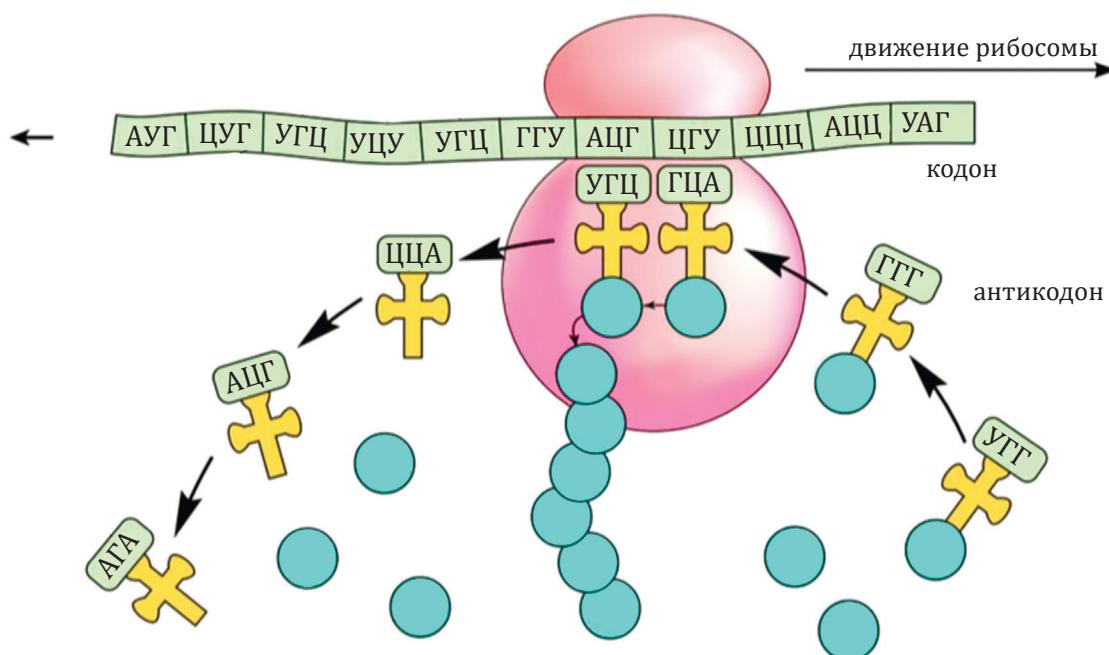
- Нарисуйте модель рибосомы из плотного картона и вырежьте её. Сделайте надрезы с обеих сторон.
- Сделайте из плотной бумаги ленточку шириной немногого уже надреза. Эта ленточка служит моделью мРНК. Вырежьте из цветной бумаги квадрат и приклейте его к модели мРНК. Каждый квадрат представляет один триплет (кодон). Рибосома покрывает два триплета мРНК.
- Вырежьте модель тРНК из картона. Отрежьте тонкую полоску цветной бумаги и приклейте её к верхней части тРНК. Эти цвета представляют антикодон.
- Вырежьте модель аминокислоты из цветной плотной бумаги.
- Прикрепите тРНК и аминокислоту, проткнув нижнюю часть тРНК и аминокислоты ножницами.
- Когда рибосома, тРНК и мРНК будут готовы, проведите биосинтез белка. Соедините цвета кодона, антикодона и аминокислоты соответственно.
- Синяя бумага соответствует стартовому кодону АУГ в мРНК. В тРНК антикодон УАЦ несет аминокислоту метионин.
- Процесс повторяется в этой последовательности. Последний кодон в мРНК – терминаторный кодон белого цвета, который указывает на конец синтеза в форме УАА, УАГ или УГА.

Обсудите и сделайте выводы.

- Какой процесс биосинтеза белка происходит в ядре?
- Каково строение рибосомы?
- Где находятся кодон и антикодон и какова их функция?
- Какой процесс изображён на рисунке?



- Расскажите о последовательности трансляции.



2.12. РАЗМНОЖЕНИЕ ПРОКАРИОТИЧЕСКИХ И ЭУКАРИОТИЧЕСКИХ КЛЕТОК

Проверка базовых знаний. Как размножаются клетки?

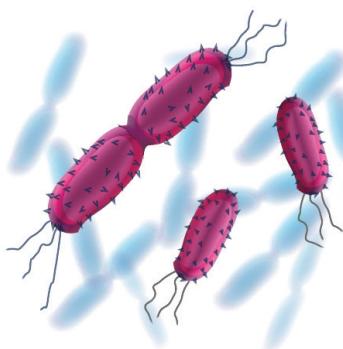


Рис. 2.33. Деление бактерий

Прокариотические и эукариотические клетки способны к делению. Бактерии размножаются делением клетки на две части. Их увеличение основано на геометрической прогрессии (2,4,8,16,32...). У бактерий сначала редуплицируется ДНК, а после завершения редупликации ДНК отделяются друг от друга. Клеточная мембрана втягивается, а цитоплазма делится на две части. В итоге образуются новые бактерии (рис. 2.33). При благоприятных условиях некоторые бактерии делятся каждые двадцать минут.

Митоз
Интерфаза
Профаза
Метафаза
Анафаза
Телофаза
Цитокинез
Кариокинез

Эукариотические клетки делятся митозом и мейозом. Период деления клетки до следующего деления или гибели называется клеточным циклом. Клеточный цикл состоит из интерфазы и митоза. Интерфаза делится на три периода.

Пресинтетический период (G_1) – клетка усиленно растёт, синтезируются вещества (РНК, ферменты), участвующие в периоде синтеза. В этот период число хромосом и ДНК находится в состоянии $2n2c$ соответственно (n – число хромосом, c – число ДНК). Число ДНК равно числу хроматид).

В период синтеза (S) наблюдается редупликация ДНК. Синтезируются гистоновые белки, входящие в состав хромосомы. Каждая хромосома имеет две хроматиды ($2n4c$). Центриоль удваивается.

Постсинтетический период (G_2) – митохондрии делятся надвое. Синтезируется тубулин, входящий в состав веретена деления ($2n4c$).

Митоз состоит из четырёх фаз:

1. Профаза. Хромосомы спирализуются, укорачиваются и утолщаются. В этот период хромосомы можно окрасить и рассмотреть под микроскопом. Хромосома состоит из двух хроматид, соединённых центромерой. В животных клетках центриоли расходятся к противоположным полюсам. Из центриоли образуется веретено деления. Ядрышки исчезают. Растворяется ядерная оболочка ($2n4c$).

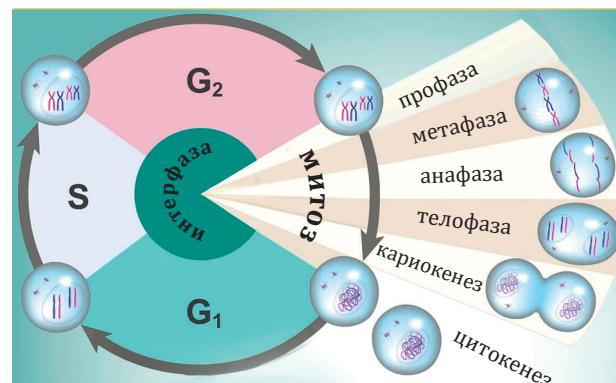
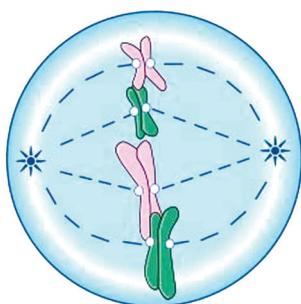
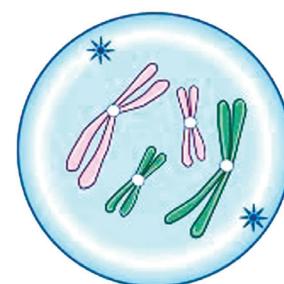


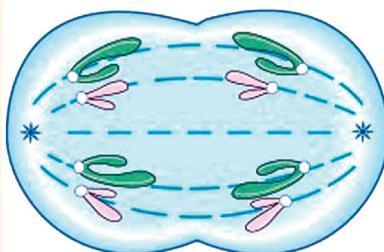
Рис. 2.24. Клеточный цикл



2. Метафаза. Хромосомы располагаются в экваториальной плоскости. Веретёна деления (ахроматиновые нити) прикрепляются к центромере хромосомы с двух сторон ($2n4c$).

ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.12. Размножение прокариотических и эукариотических клеток



Анафаза. Продолжается недолго. Центромеры разрываются. Из-за укорочения ахроматиновых нитей хроматиды перетягиваются к полюсам клетки, доходят до полюсов в виде хромосом ($4n4c$).

4. Телофаза. Хромосомы деспирализуются и превращаются в хроматин. Веретено деления распадается. Появляются ядро и ядерная оболочка ($2n2c$).

Деление ядра называется **кариокинезом**, а деление цитоплазмы – **цитокинезом**.

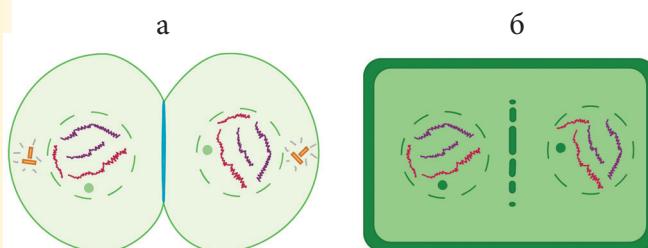
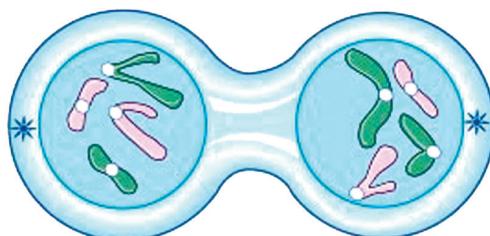


Рис. 2.25. Деление животной (а) и растительной (б) клетки

Цитокинез различается в растительных и животных клетках. В клетках животных образуются в экваториальной плоскости перетяжки, углубляются в сторону цитоплазмы и разделяют материнскую клетку на две дочерние клетки. В растительных клетках образуется внутриклеточная перегородка. Перегородка расширяется латерально и делит клетку на две части.

Значение митоза:

- * при делении материнской клетки образуются две дочерние клетки;
- * обеспечивает рост живых организмов;
- * растения размножаются вегетативным путём;
- * происходит регенерация.

Применение новых знаний.

Знание и понимание.

1. Что такое клеточный цикл?
2. Из каких фаз состоит митоз?
3. На какой фазе митоза спирализуются хромосомы?
4. Как происходит регенерация у ящериц?
5. Каково значение митоза в росте растений?

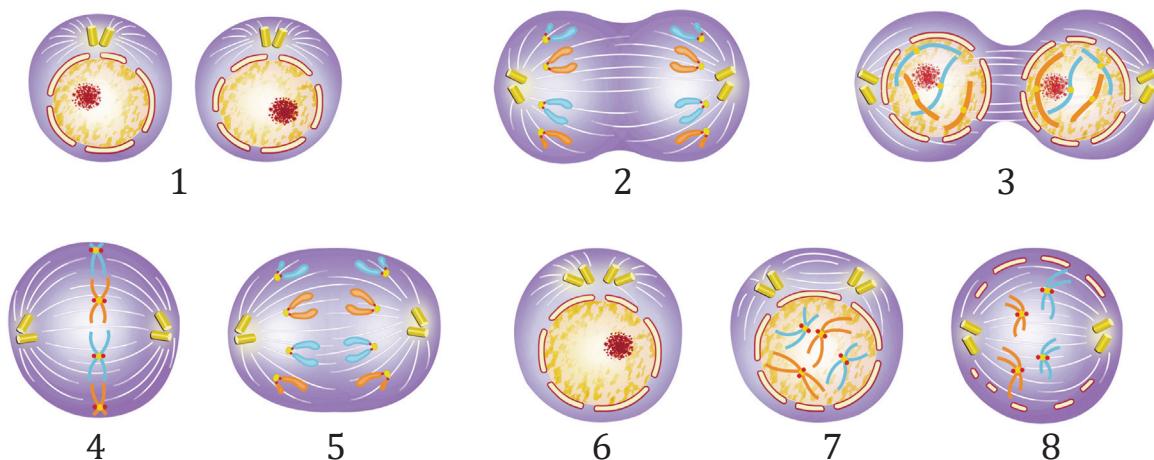
Применение. Сопоставьте количество ДНК и хромосом на стадиях клеточного цикла.

1. Метафаза	5. G_1 период	a) $2n2c$
2. Телофаза	6. Анафаза	b) $2n4c$
3. Период синтеза	7. G_2 период	c) $4n4c$
4. Профаза	8. Интерфаза	

Синтез. Напишите ДНК и число хромосом живого организма с 38 диплоидными хромосомами.

- а) профаза;
- б) метафаза;
- в) анафаза;
- г) телофаза.

Оценка. Отметьте последовательность процесса митоза на рисунке.



2.13. МЕЙОЗ

Проверка базовых знаний. Каково биологическое значение мейоза?

Мейоз – уменьшение в два раза числа хромосом в клетке. Как и митоз, мейоз начинается с интерфазы.

В интерфазе метаболические процессы, такие как синтез АТФ и белка, ускоряются. Количество ДНК увеличивается вдвое. В клетках животных увеличиваются центриоли. Мейоз протекает в две стадии: **редукционное деление (мейоз I); эквационное деление (мейоз II)**.

Мейоз
Эквацион
Редукция
Интеркинез
Конъюгация
Кроссинговер

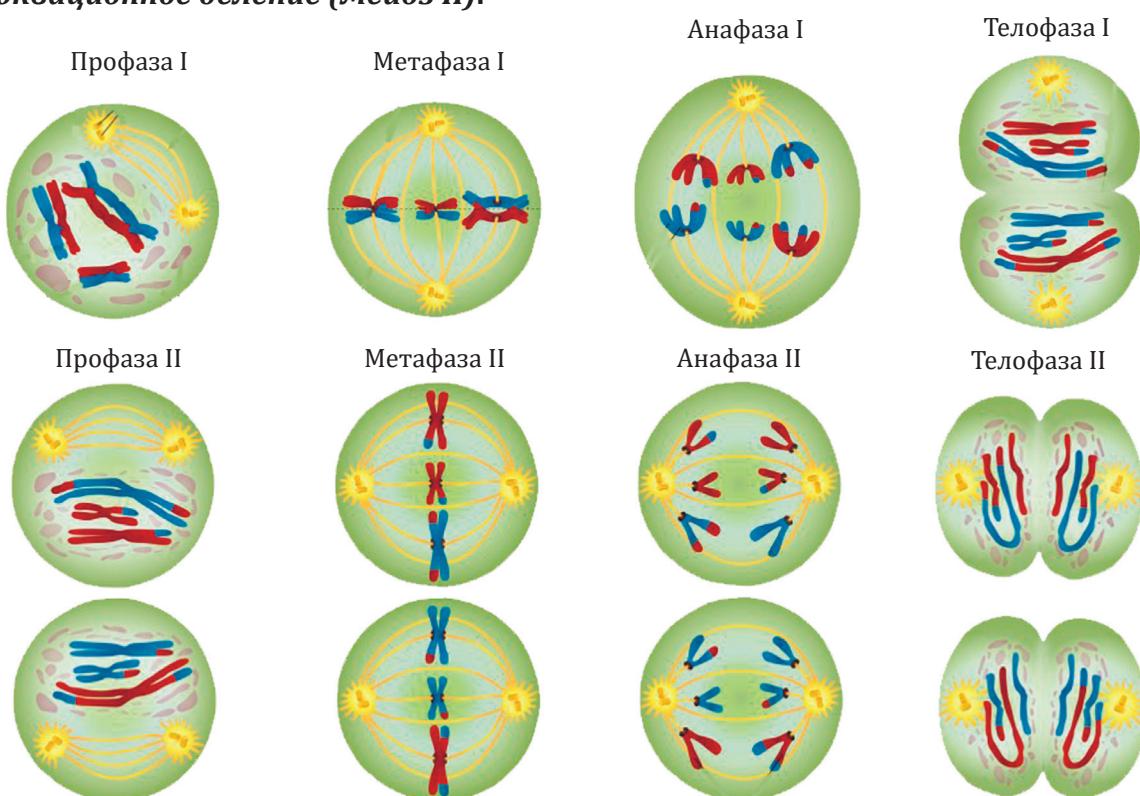


Рис. 2.26. Этапы мейоза

ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.13. Мейоз

Профаза I. Самый длительный период. Хроматиды утолщаются и укорачиваются, образуя хромосомы, которые облегчают движение хромосом при делении. Каждая хромосома состоит из двух хроматид. Гомологичные хромосомы сходны по длине и расположению центромер. Гомологичные хромосомы попарно объединяются друг с другом, образуя тетраду, состоящие из четырёх хроматид. Сближение гомологичных хромосом называется **конъюгацией**, обмен участками называется **кроссинговером** (рис. 2.27).

Тетрада гомологичных хромосом

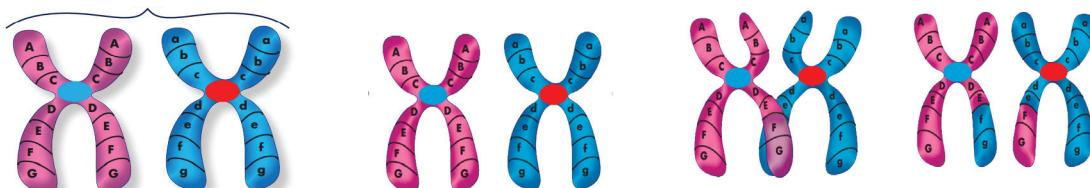
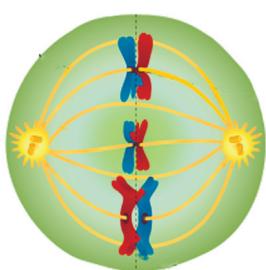
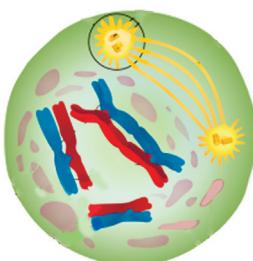


Рис. 2.27. Процесс конъюгации и кроссинговера

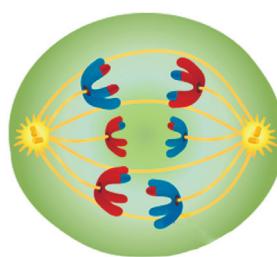
Благодаря кроссинговеру происходит обмен генами и обеспечивается комбинативная изменчивость.

В профазе I распадается ядрышко и ядерная оболочка. В животной клетке центриоли расходятся к полюсам. Гомологичные хромосомы располагаются попарно и движутся к экваториальной плоскости ($2n4c$).

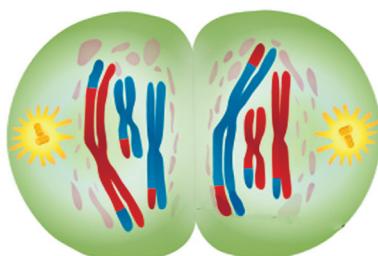


Метафаза I. Хромосомы в виде тетрады располагаются вдоль экватора вместе со своими центромерами. Ахроматиновые нити прикрепляются к центромере ($2n4c$).

Анафаза I. Гомологичные хромосомы, не разделяясь на хроматиды, расходятся к противоположным полюсам клетки. Отцовские и материнские хромосомы в каждой паре распределены по полюсам в случайных сочетаниях ($2n4c$).

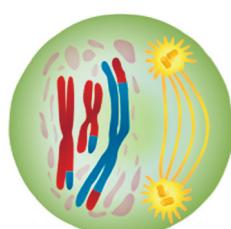
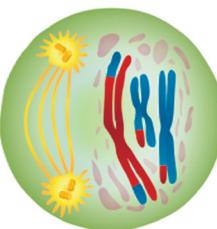


Телофаза I. На этом этапе хроматин деспирализуется, образуется ядерная оболочка. Образуются две дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом ($1n2c$).

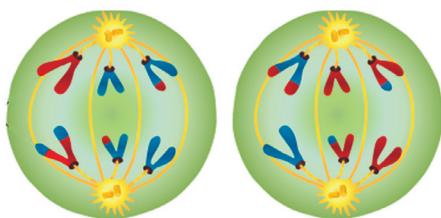


Стадия между первым и вторым делениями мейоза называется **интеркинез**. В отличие от интерфазы, молекулы ДНК в этот период не удваиваются.

Профаза II не отличается от профазы митоза. Спирализуются хромосомы. Исчезает ядерная оболочка и ядрышко. Центриоли расходятся к полюсам и образуют веретено деления ($1n2c$).

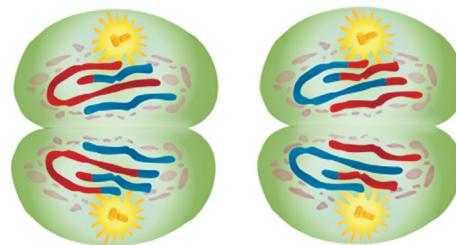


Метафаза II. Хромосомы с двумя хроматидами располагаются по экватору. Ахроматиновые нити прикрепляются к центромере ($1n2c$).



Анафаза II. Укорачиваются ахроматиновые нити и тянут хромосомы от центромеры к разным полюсам. Разрываются центромеры, и каждая хроматида становится самостоятельной хромосомой ($2n1c$).

Телофаза II. Хромосомы, достигшие полюсов, деспирлизуются, образуются ядерная оболочка и ядрышко, происходит цитокинез. В результате образуются четыре новые клетки, отличающиеся от родительской клетки ($1n1c$).



Биологическое значение мейоза:

- из одной диплоидной клетки образуются четыре гаплоидные клетки;
- увеличивается разнообразие организмов;
- формируются организмы, приспособленные к внешней среде.

Митоз	Мейоз
Основное явление бесполого размножения.	Основное явление полового размножения.
Обеспечивает рост и размножение эукариотических организмов.	Большое значение имеет при образовании половых клеток многоклеточных организмов и спор некоторых живых организмов.
Полученные клетки генетически идентичны родительской клетке (за исключением мутаций).	Клетки, образующиеся в результате деления, отличаются друг от друга и от материнской клетки.
Клетки, образующиеся в многоклеточных организмах, отвечают за рост, развитие и обеспечивают регенерацию тканей организма.	Полученные клетки обеспечивают половое размножение.
Ядро и цитоплазма делятся один раз.	Ядро и цитоплазма делятся дважды (мейоз I и мейоз II).
Образовавшиеся клетки могут снова делиться.	Образовавшиеся клетки не подвергаются дальнейшему мейозу.

В результате мейоза число хромосом в два раза уменьшается. Мейоз состоит из редукционного и эквационного деления. В результате мейоза расширяется генетическая изменчивость.

Применение новых знаний.

Знание и понимание.

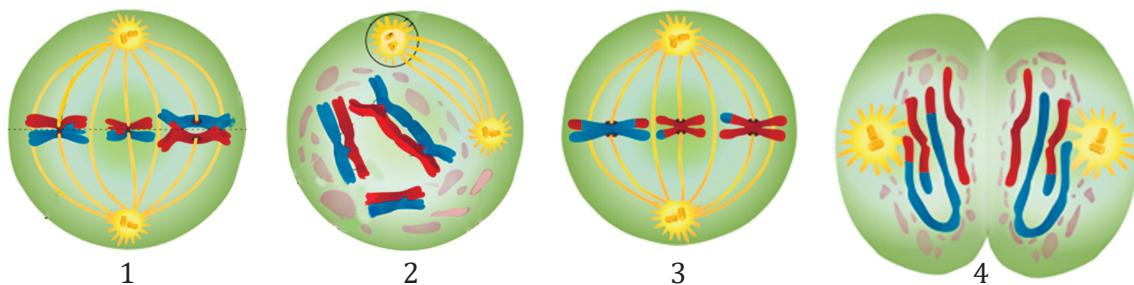
1. Из какого количества стадий состоит интерфаза?
2. Почему профаза I длится так долго?
3. Что такое тетрада?
4. Что такое центриоли и центромеры?

ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.13. Мейоз

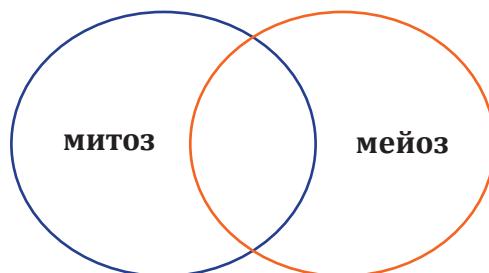
Применение. Проанализируйте рисунок. Какой процесс на нём изображён?

Анализ. В таблице отметьте ответы, соответствующие редукционному (а) и эквациональному (б) делению.

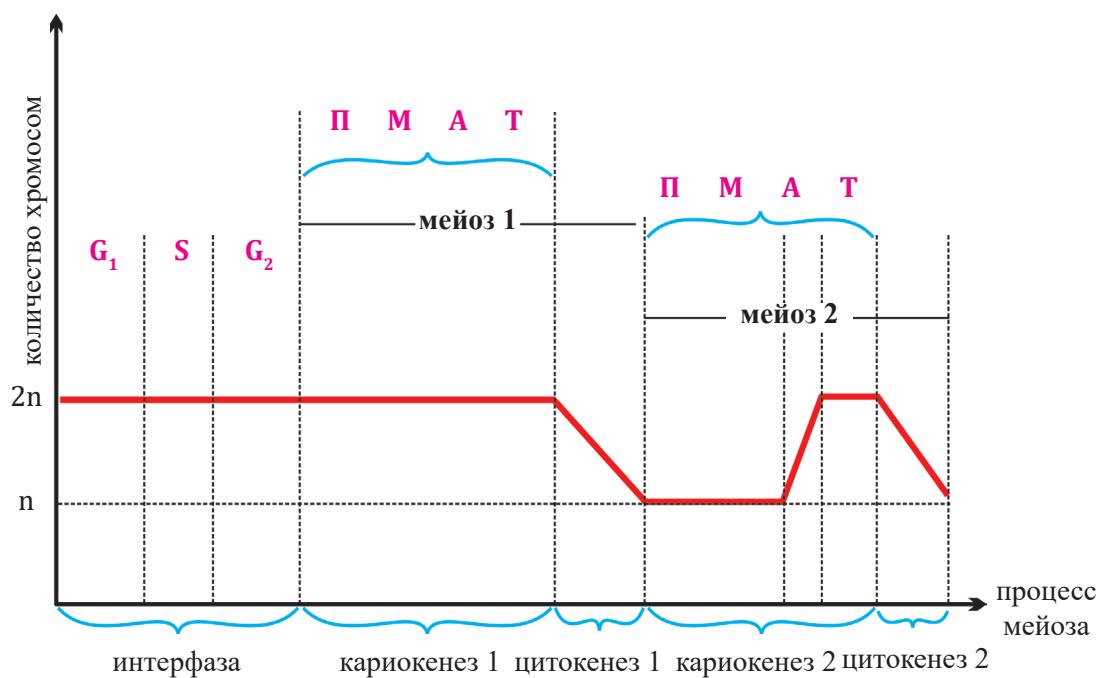


1. Образуются тетрады.	5. Гомологичные хромосомы располагаются по экватору.
2. Образуется диплоидная клетка.	6. Растворяется ядерная оболочка.
3. Происходит кроссинговер.	7. Образуются четыре гаплоидные клетки.
4. Хроматида превращается в хромосому.	8. Хромосомы расходятся к полюсам.

Синтез. Сравните процесс митоза и мейоза.



Оценка. Проанализируйте приведённый график.



2.14. Лабораторная работа. Изучение процесса митоза с использованием микропрепаратов

2.14. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА
МИТОЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОПРЕПАРАТОВ

Цель: изучить процесс митоза в корнях лука путём приготовления временного препарата.

Рост растений обеспечивается митозом. Митоз можно наблюдать в корне лука.

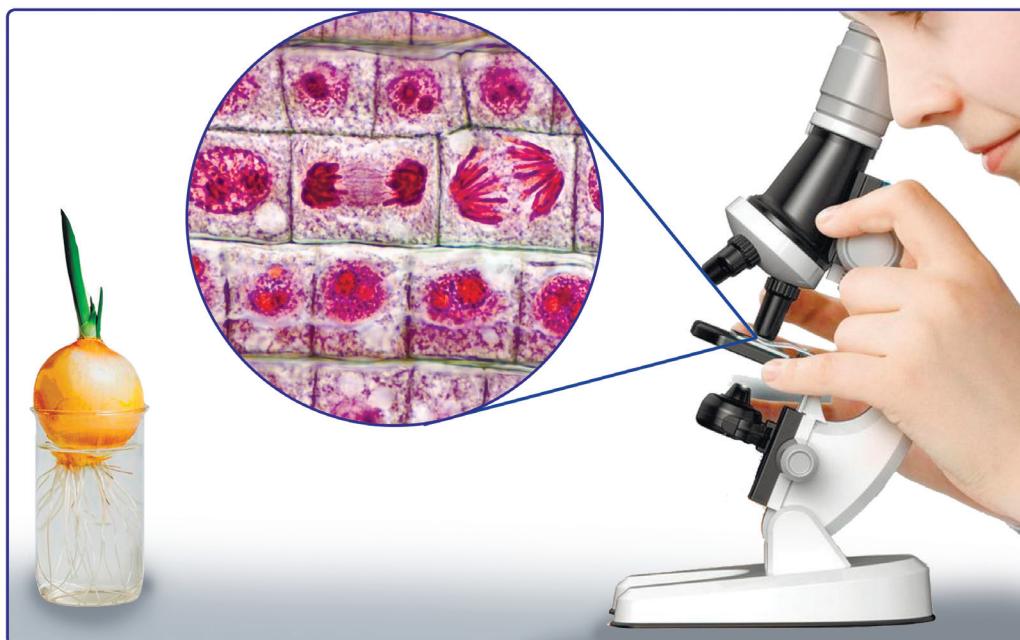
Правила безопасности: 



Оборудование: приготовленный краситель ацетокармин, луковица, пинцет, ланцет, покровное и предметное стёкла, спиртовка, смесь ацетона и спирта, химический стакан, чашка Петри, лупа, фильтровальная бумага, зажим, лупа, микроскоп.

Порядок выполнения работы:

1. Удалите лишнюю шелуху и корень лука.
2. Поместите луковицу в воду в стакане.
3. Дайте луковице укорениться в течение нескольких дней.
4. Приготовьте ацетоно-спиртовой раствор в соотношении 1:3.



5. Отрежьте от новообразованных кончиков корней кусочки по 1 см.
6. Поместите срезанные кончики корней в ацетоно-спиртовой раствор в чашке Петри на 10 минут.
7. Поместите кончики корней на часовое стекло и добавьте достаточное количество ацетокармина, чтобы покрыть их.
8. Удерживая стекло часов зажимами, нагрейте его в спиртовке, не касаясь пламени.
9. Отрежьте от обработанных концов корней кусочки толщиной 1-2 мм и положите их на предметное стекло с помощью пинцета.
10. Разрежьте несколько раз в одном направлении. Используйте лупу, чтобы чётко видеть кончики корней.
11. Капните каплю ацетокармина и воды на срезы корней на предметном стекле и закройте покровным стеклом. Уберите лишнюю жидкость с помощью бумажных салфеток.

ГЛАВА II. КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ

2.15. Практическое занятие. Моделирование фаз митоза и мейоза

12. Поместите приготовленный препарат в микроскоп и найдите изображение в маленьком объективе.

13. Рассмотрите изображение под большим объективом.

Обсудите и сделайте выводы.

1. Объясните последовательность этапов приготовления препарата из корня.

2. На какой стадии митоза хромосомы наиболее отчётливо видны под микроскопом?

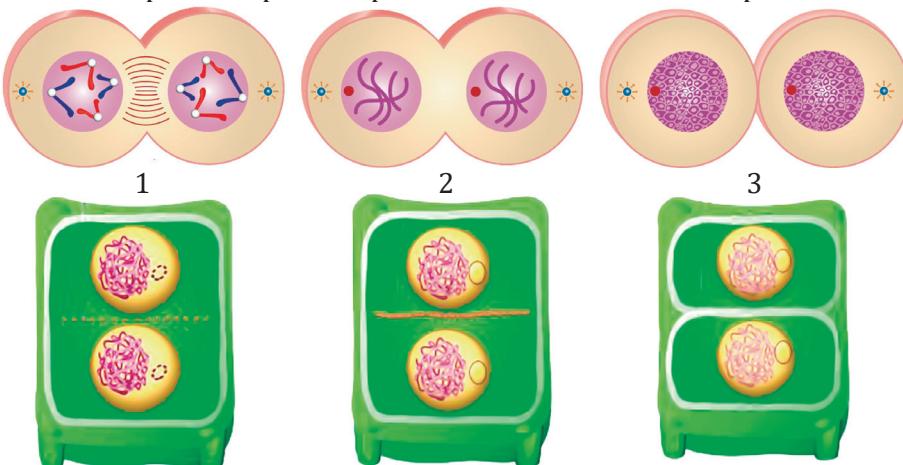
3. Какое вещество обеспечивает чёткое изображение хромосом?



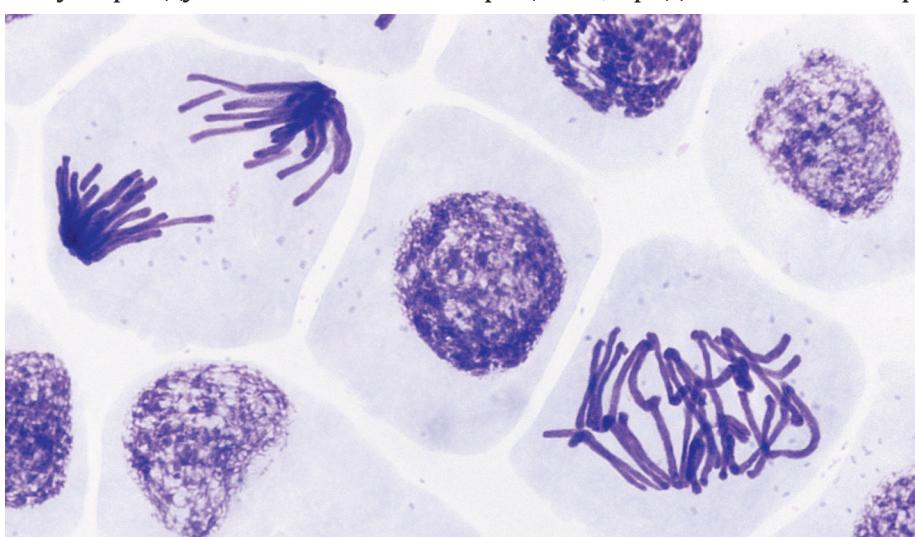
2.15. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ. МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАЗ МИТОЗА И МЕЙОЗА

Цель: изучить и различать процесс митоза и мейоза.

1. Внимательно рассмотрите картинки и ответьте на вопросы:



- В какой клетке происходит деление?
 - В какой клетке из центриолей образуются ахроматиновые нити?
 - Отличается ли процесс цитокинеза у растений и животных?
2. К какому периоду митоза относятся процессы, представленные на рисунке?



2.15. Практическое занятие. Моделирование фаз митоза и мейоза

3. Сопоставьте процессы в таблице с митотической стадией (поскольку вопрос может иметь несколько ответов, один ответ может быть использован для разных вопросов).

- | | | | |
|-------------|------------------------------|-------------|--------------|
| 1. Синтез | 3. Постсинтетический период. | 5. Профаза | 7. Профаза I |
| 2. Метафаза | 4. Анафаза | 6. Телофаза | |

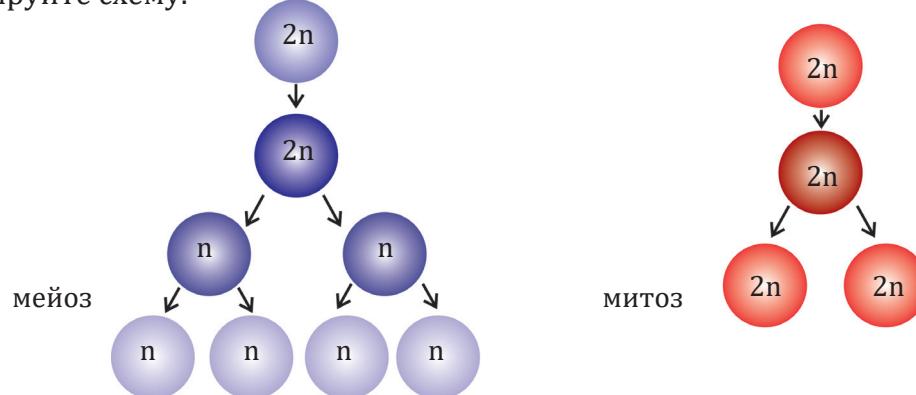
8. Какое из перечисленных в таблице событий не происходит в клетках растений?

9. Какое из перечисленных в таблице событий не происходит в клетках животных?

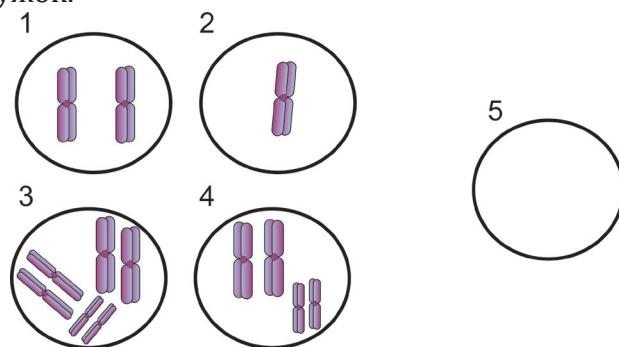
10. Расположите процессы, указанные в таблице, в соответствии с последовательностью возникновения в клетках растений и животных.

а) репликация ДНК	б) спиррилизация хромосом	в) расположение хромосом по экватору
г) образование хроматиновых нитей	д) образование ядерной оболочки и ядрышка	е) 4n4c
ж) втячивание цитоплазмы	з) процесс кариокинеза	и) расхождение центриолей к полюсам
к) образование цитоплазматических перегородок	л) синтез белка тубулина	м) конъюгация гомологичных хромосом

4. Проанализируйте схему.



5. Сопоставьте ДНК и число хромосом в клетках с рисунком. Нарисуйте фигуру, соответствующую ДНК и номеру хромосомы, наложеннную на пустой кружок.



- a) $2n = 4$
б) $2n = 6$
в) $n = 1$
г) $2n = 2$
д) $n = 4$

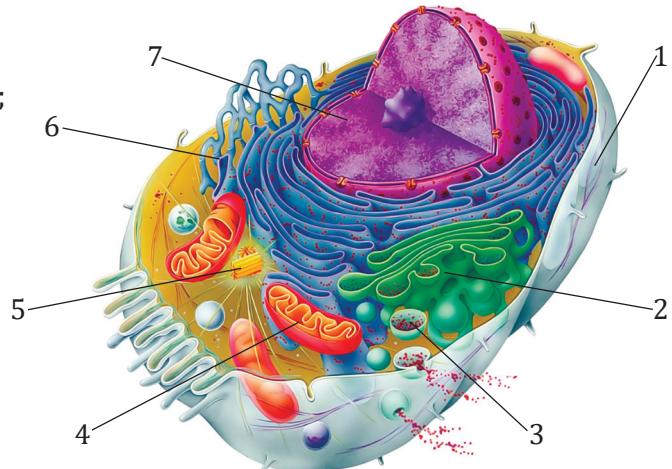
Обсудите и сделайте выводы:

1. Является ли митоз одним и тем же процессом в клетках растений и животных?
2. Как изменяется число ДНК и хромосом в ходе мейоза?
3. Каково значение митоза и мейоза?

ЗАДАНИЯ К ГЛАВЕ II

1. Соотнесите клеточные органоиды, представленные на рисунке, с их функциями.

- а) хранит генетическую информацию;
- б) синтезирует белок;
- в) синтезирует липиды;
- г) расщепляет липиды;
- д) синтезирует АТФ;
- е) образует веретёна деления;
- ж) защищает от внешних факторов.



2. Заполните таблицу.

Организм	Соматическая клетка	Яйцеклетка	Сперматозид
Человек			23
Муха дрозофилы	8		
Сазан		52	
Таракан	48		

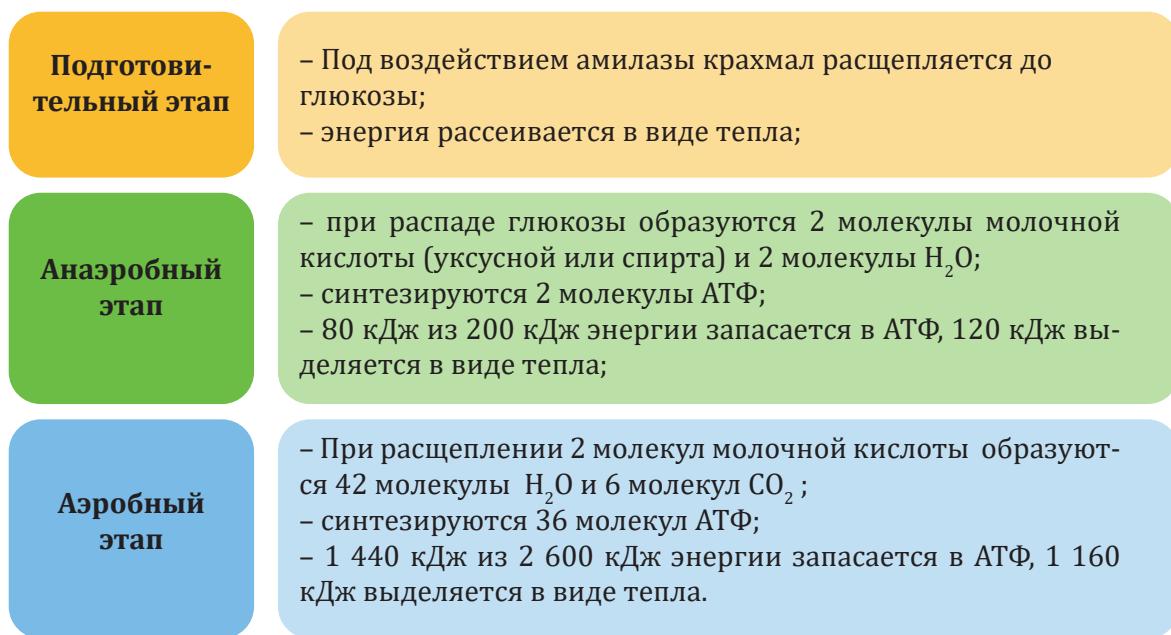
3. Сравните прокариотические и эукариотические клетки.



4. Найдите лишнее и обоснуйте ответ:

- а) центриола, центромера, рибосома, лизосома;
- б) хроматида, хромосома, хроматин, хлорофилл;
- в) ядрышко, ядерная мембрана, кариоплазма, цитоплазма;
- ш) хлоропласт, целлюлоза, вакуоль, центриоль;
- д) митохондрия, лизосома, комплекс Гольджи, эндоплазматическая сеть;
- е) профаза I, конъюгация, кроссинговер, метафаза;
- ж) аэробный, анаэробный, фотолиз, митохондрия.

5. Создайте инфографику на тему «Энергетический обмен в клетке».



6. Проанализируйте данные.

П\р	Данные	правильно / неправильно
1.	Небольшие молекулы ДНК в цитоплазме бактерий называются плазмидами.	
2.	Хромопласты имеют зелёный пигмент.	
3.	Туберкулёз, холера и чума вызываются вирусами.	
4.	Первичная структура белков определяется последовательностью нуклеотидов в ДНК.	
5.	Синтез ДНК и РНК называется редупликацией.	
6.	В растительных и животных клетках цитокинез различается.	
7.	В телофазе и в профазе происходят противоположные процессы.	
8.	Мейоз II – это эквационное деление.	
9.	Период между первым и вторым делением мейоза называется интерфазой.	

7. Ответьте на вопросы.

- 1) Почему зелёный помидор краснеет даже после разрезания?
- 2) Какое значение имеет полупроницаемость мембраны?
- 3) Каким образом бактерии вызывают болезни?

8. Запишите в тетрадь термины с их описаниями.

Эукариот, прокариот, кокки, цитоскелет, мезосома, хромосома, плазмид, цитозоль, микрофибрилла, тубулин, полисома, криста, матрикс, хроматин, спироилла, бацилла.

ГЛАВА III

ЖИЗНЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

- 3.1. Бесполое размножение организмов.**
- 3.2. Гаметогенез.**
- 3.3. Половое размножение организмов.**
- 3.4. Бесполое и половое размножение в жизненном цикле растений и животных.**
- 3.5. Практическое занятие. Моделирование бесполых и половых поколений растений (мхи, хвощи, папоротники, семенные растения).**

3.1. БЕСПОЛОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ

Проверка базовых знаний.
Внимательно рассмотрите картинку. Скажите, каким образом можно на одном растении вырастить два вида плодов?



Размножение – это способность живых организмов воспроизводить себе подобных с помощью генетической информации. Благодаря самовоспроизведению обеспечивается длительное существование вида. Благодаря разнообразию комбинаций генетического материала появляются новые генетические признаки. Это способствует разнообразию внутри одного вида.

Существуют две формы воспроизведения живых организмов: бесполое и половое размножение.

При бесполом размножении новое поколение образуется из одной или нескольких соматических клеток материнского организма. В основе размножения лежит митоз. Во время интерфазы митоза генетический материал удваивается и распределяется поровну между дочерними клетками. Полученные клетки идентичны и являются точными генетическими копиями материнской клетки, то есть **клонами**. Следовательно, при всех формах бесполого размножения генотип потомства совпадает с генотипом родителей.

Под влиянием мутагенных факторов внешней среды может изменяться генетический материал клетки, могут развиваться раковые клетки. В таких клетках нарушается программа, регулирующая размножение. Из-за изменения структуры и функции ядра оно становится больше по сравнению с ядром здоровой клетки. Изменённое ядро отличается от ядра предраковой клетки размерами, формой, структурой и функциями. Эти изменения в раковых клетках нарушают строгие правила размножения, заставляя клетку расти быстро и неравномерно (рис. 3.1)

Клон
Бинарное деление
Шизогония
Спора
Почекование
Микроклонирование
Фрагментация
Полиэмбриония

Нормальные клетки	Раковые клетки
	Раковые клетки крупнее нормальных и имеют разные формы клеточного ядра.
	Раковые клетки делятся быстро и неравномерно.
	Размер раковых клеток, форма их органоидов отличаются от размера и формы нормальных клеток
	Клетки, изменившие форму и размеры, размножаются быстрее.

Рис. 3.1. Нормальные и раковые клетки

ГЛАВА III. ЖИЗНЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

3.1. Бесполое размножение организмов

Таблица 3. Сравнительная характеристика бесполого и полового размножения

Бесполое размножение	Половое размножение
Биологической основой бесполого размножения является деление клеток с неизменным набором хромосом.	Биологической основой полового размножения является образование гамет в результате деления клеток.
Материнский организм принимает участие в размножении.	Родительский организм принимает участие в размножении.
Гаметы не образуются.	Образуется гамета.
Новый организм развивается из соматической клетки или споры.	Новый организм развивается из зиготы, образовавшейся в результате слияния гамет.
Полученное потомство идентично родительскому организму (за исключением размножения спорами у растений).	Полученное потомство отличается от родительского организма.
Оно обеспечивает быстрое и крупное размножение особей.	Внутри вида осуществляется механизм, обеспечивающий разнообразие – комбинационная изменчивость.
Не происходит изменения генетической информации и увеличения разнообразия, что обеспечивает приспособление организма к новым условиям среды.	По сравнению со своими родителями новое поколение более жизнестойко и адаптируется к изменяющимся условиям окружающей среды.

Бесполое размножение одноклеточных организмов.

Простое бинарное деление наблюдается у прокариотов. Кольцевая ДНК прокариотической клетки редуплицируется, между клетками образуется перегородка, и клетка делится на две молодые клетки.

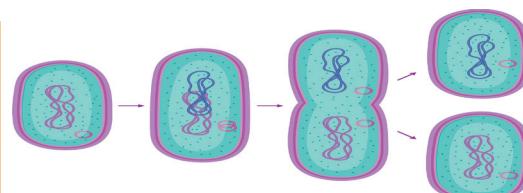


Рис. 3.2. Бинарное деление бактерий

Бинарное деление характерно для протоктистов, таких как амёба, эвглена и инфузория. В основе деления лежит митоз.

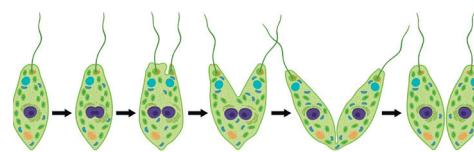


Рис. 3.3. Бинарное деление протоктистов

Шизогония – множественное деление, характерно для малярийного паразита. Ядро многократно делится митозом и образует молодые клетки.

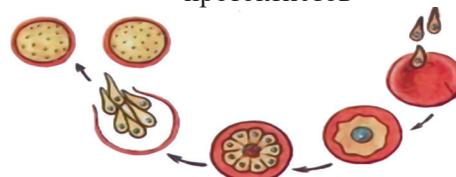


Рис. 3.4. Размножение малярийного паразита методом шизогонии

Хлорелла и хламидомонада размножаются **спорами**.

Споры – гаплоидные клетки, образующиеся в результате митоза и служащие для размножения.

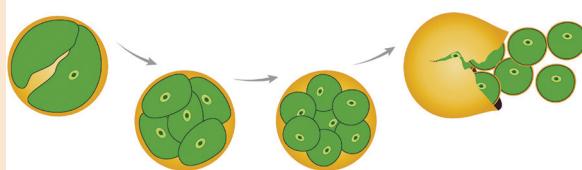


Рис. 3.5. Размножение хлореллы с образованием спор

Почекование наблюдается у дрожжей. В основе деления лежит митоз.

В материнской клетке появляется бугорок, содержащий ядро, он увеличивается в размерах и становится самостоятельным организмом.

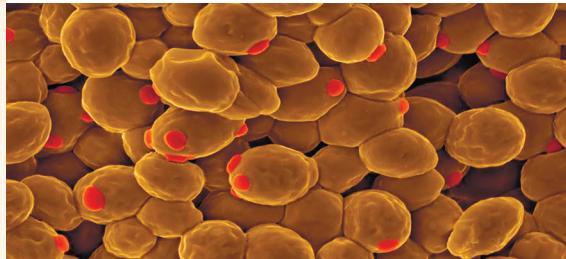


Рис. 3.6. Почекование дрожжей

Это интересно. В неблагоприятных условиях бактерии образуют споры, но эти споры не участвуют в размножении. Споры – неактивные клетки, устойчивые к неблагоприятным условиям и обладающие пониженным метаболизмом. Споры позволяют бактериям выживать в неблагоприятных условиях и распространяться на большие расстояния с помощью ветра или воды. В благоприятной среде споры распадаются, и бактериальная клетка начинает самостоятельно размножаться (рис. 3.1).

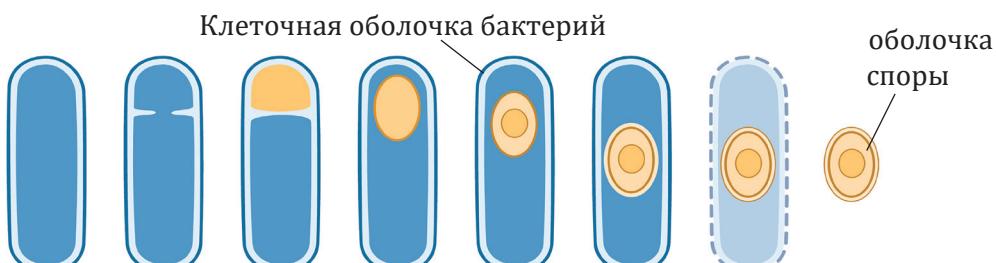


Рис. 3.7. Этапы спорообразования бактерий

У многоклеточных организмов наблюдаются следующие формы бесполого размножения:

Вегетативное размножение

спорообразование

почкование

фрагментация

полиэмбриония

Растения **размножаются вегетативным** способом, с помощью вегетативных органов – корней, стеблей (об этом вы узнали в младших классах).

Микреклонирование – современный метод вегетативного размножения, при котором отбираются генетически идентичные, здоровые саженцы растения с полезными для человека признаками. Очищенную от микроорганизмов ткань проростков выращивают в лаборатории в специальной питательной среде в условиях *In vitro* (лат. «в пробирке», вне организма, технология проведения опытов в искусственных условиях).

Этот процесс состоит из нескольких этапов:

ГЛАВА III. ЖИЗНЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

3.1. Бесполое размножение организмов



Рис. 3.8. Этапы метода микроклонирования

- выбирается безвирусное, здоровое растение-донор;
- стерилизованная ткань меристемы помещается в контейнер в специальную питательную среду;
- в питательной среде развивается растение, которое готовят к размещению в теплице для адаптации к полевым условиям.

Для выращивания растений *In vitro* используют различные питательные среды в зависимости от вида растения. На сегодняшний день существует несколько видов искусственных питательных сред, которые используются в различных областях. (рис. 3.8)

Компоненты искусственной питательной среды, используемой для выращивания растительных клеток и тканей *In vitro*, можно разделить на несколько групп.

Макроэлементные консерванты: NH_4NO_3 , KNO_3 , $CaCl_2$, $MgSO_4$,

Микроэлементные консерванты: H_3BO_3 , $CoCl_2 \cdot 6H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, KI , $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeNaEDTA$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.

$FeNaEDTA$ представляет собой жёлто-коричневый кристаллический порошок, растворимый в воде. Этот вещества считается минеральным питательным веществом для растений, а в его состав входят такие компоненты, как Na, III-валентное Fe и ЭДТА – «этилендиаминетрауксусная кислота».

Витамины и органические соединения: никотиновая кислота, пиридоксина HCl, тиамина HCl, мио-инозитол, глицин, агар-агар, сахароза и глюкоза.

Фитогормоны: ауксин, цитокинин, гиббереллин.

Все компоненты искусственной питательной среды важны, они играют определённую роль в росте и развитии эксплантов растений (клеток, выделенных из материнского организма).

Методом микролизального размножения можно увеличить размер различных растений (крупных деревьев, особенно хвойных), можно размножать лекарственные растения. С помощью этого метода также можно спасти исчезающие виды растений.



Рис. 3.9. Микроклонирование в лабораторных условиях

В нашей стране в лабораториях Центра геномики и биоинформатики начато выращивание устойчивых к холоду, соли и засухе сортов хлопчатника, картофеля, хризантем, винограда (рис. 3.9)

Преимущества метода микроклонирования. Метод микроклонирования позволяет выделить почки из растения и вырастить за короткий промежуток времени тысячи и даже миллионы саженцев. Все полученные саженцы имеют полезные признаки, представляющие интерес для человека, то есть одинаковы с генетической точки зрения. Поскольку ткани выращиваются в особых стерильных условиях, выращенные саженцы полностью здоровы, свободны от вирусов, паразитирующих бактерий и грибов.

Другая форма бесполого размножения – **размножение спорами** – наблюдается у водорослей, грибов и споровых растений. Лёгкие споры позволяют растениям широко распространяться в природе.

В зависимости от вида грибов споры развиваются в разных частях. Например, у плесневого гриба при благоприятных условиях из его вегетативного тела вырастает неразветвлённое **плодовитое тело** (спорообразующее тело). На конце плодовитого тела образуется шаровидный **спорангий**. Созревший спорангий чёрного цвета раскрывается, а из спор, попадающих в благоприятную среду, развиваются новые **гифы** (рис. 3.10).

У грибов бесполое размножение происходит также с делением вегетативного тела. Из каждого образовавшегося фрагмента развивается новый организм.

В жизненном цикле мхов, хвощей и папоротников наблюдается чередование бесполых и половых поколений. В бесполом поколении спорофит образует споры. Созревшие споры осыпаются и разносятся ветром или водой. Из них развивается гаметофит (рис. 3.11).

Бесполое размножение животных осуществляется следующими способами.

Размножение почкованием наблюдается у губок и у кишечнополостных.

Фрагментация – это способ размножения, основанный на процессе регенерации, при котором особь делится на несколько частей. Встречается у губок, кишечнополостных, плоских червей и иглокожих.

У броненосцев зародыш, развивающийся из зиготы, на первой стадии раз-

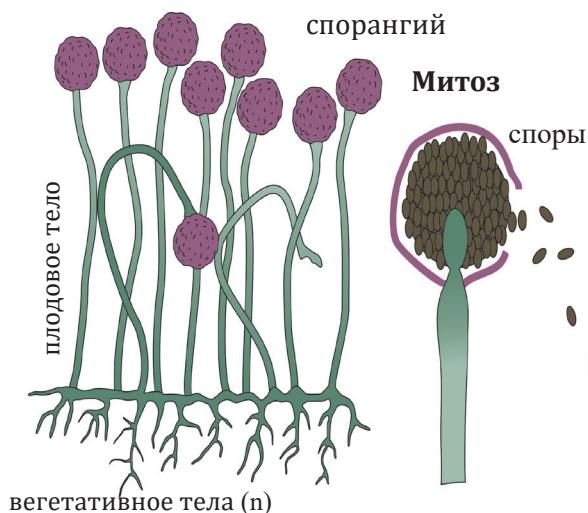


Рис. 3.10. Спорообразование мукора



Рис. 3.11. Спорообразование мха

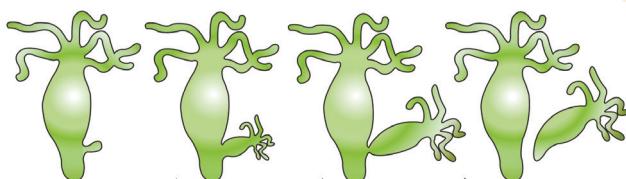


Рис. 3.12. Почкивание гидры

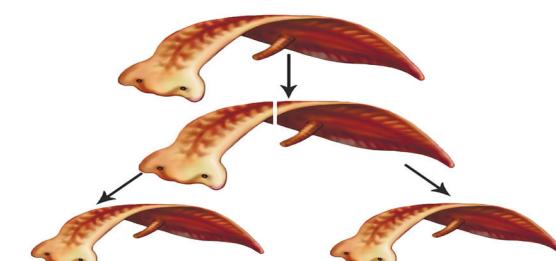


Рис. 3.13. Фрагментация у белой планарии

ГЛАВА III. ЖИЗНЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

3.1. Бесполое размножение организмов

вития делится на несколько фрагментов, и из каждого фрагмента развивается новый организм. Это явление называется **полиэбриония** (рис. 3.14). У человека близнецы, развившиеся из одной яйцеклетки, являются ярким примером этого.

Значение бесполого размножения заключается в обеспечении быстрого и многочисленного размножения особей при благоприятных условиях. Но при бесполом размножении изменения генетического материала, разнообразия организма не наблюдается. Именно поэтому большинство организмов размножаются не только бесполым, но и половым путем.

Поэтому в зависимости от вида клетки, лежащей в основе размножения, различают бесполое и половое размножение. Все способы бесполого размножения организмов основаны на митозе. Поколение, созданное в результате бесполого размножения, считается клоном родительского организма.

Под влиянием мутагенных факторов изменяется наследственность клеток и быстро развиваются раковые клетки; микроклонирование – современный метод вегетативного размножения, который важен для получения быстрых результатов за короткий промежуток времени; бесполое размножение обеспечивает быстрое и большое количество потомства в эволюции организмов.



Рис. 3.14. Полиэбриония у панцирных

Применение новых знаний.

Знание и понимание.

- На каком способе деления клеток основано бесполое размножение?
- Какие типы бесполого размножения встречаются у одноклеточных?
- Каковы особенности бесполого размножения?
- В чём суть метода микроклонирования?

Применение. Соотнесите информацию об организмах и способах их бесполого размножения.

1	Гидра	A	Деление вегетативного тела на части и спорами
2	Белая планария	Б	Размножение спорами
3	Белая плесень	В	Бинарное деление
4	Папоротник	Г	Фрагментация
5	Амёба	Д	Почкование

Анализ. В младших классах вы познакомились с прививочным способом вегетативного размножения растений. Проанализируйте сходства и различия между микроклонированием и прививкой.

Синтез. Потомство, образующееся при бесполом размножении, является точной копией родительского организма (за исключением размножения спорами у растений). Внимательно прочитайте тему. Скажите, почему при размножении спорами потомство не является точной копией материнского организма?

Оценка. В процессе выращивания и сбора грибов необходимо не повредить находящуюся в почве часть. Как вы это объясните?

3.2. ГАМЕТОГЕНЕЗ



Проверка базовых знаний. Вы знаете, что в природе живые организмы погибают по разным причинам, а в результате размножения на место умерших организмов приходят новые поколения. Знаете ли вы о клетках, несущих в себе признаки предков?

Половое размножение происходит при слиянии особых гамет (половых клеток), образующихся в половых железах (рис. 3.15). Процесс развития гамет в половых железах называется **гаметогенезом**. В процессе гаметогенеза первичные половые клетки делятся путем митоза и мейоза, образуя зрелые гаметы. Строение и особенности гамет у всех организмов, размножающихся половым путем, в природе различны. Женские и мужские гаметы организма, принадлежащего к одному виду, имеют уникальное строение, форму и размеры.

Рассмотрим **строение половых клеток** на примере гамет млекопитающих.

Сперматозоид млекопитающих имеет форму длинной нити, которая состоит из трёх частей: головки, шейки и хвостика. В головке расположено ядро, а в её передней части находится уплотнённая часть цитоплазмы – акросома. С помощью ферментов в акросоме сперматозоиды проникают в яйцеклетку. Центр клетки расположен в области короткой шейки, которая переходит в хвостик. По строению хвостик напоминает жгутик и является органеллой движения сперматозоидов. Яйцеклетка чаще округлая, амёбовидной формы, неподвижна. Главное отличие её от других клеток – крупные размеры. Размер яйцеклетки обусловлен наличием в цитоплазме богатого белком питательного вещества – желтка. У позвоночных, размножающихся откладыванием яиц (рептилий и птиц), яйцеклетка значительно крупнее (рис. 3.16).

Организмы производят гаметы разного размера и подвижности. В соответствии с этим различают следующие формы полового размножения.

Изогамия – тип полового процесса, при котором сливаются одинаковые внешне, но различающиеся биохимическими и физиологическими свойствами половые клетки (улотрикс).

Гетерогамия характеризуется тем, что мужские и женские гаметы подвижны, но женские гаметы крупнее мужских (хламидомонады).

Оогамия – тип полового процесса, при котором в оплодотворении участвуют женская гамета – крупная неподвижная яйцеклетка и мелкие подвижные мужские сперматозоиды.

Подвижные сперматозоиды наблюдаются у животных, мхов, папоротников. Неподвижные мужские гаметы-спермии встречаются у цветковых растений (рис. 3.17).

Процесс развития и формирования сперматозоидов называется **сперматогенезом**, а развитие яйце-

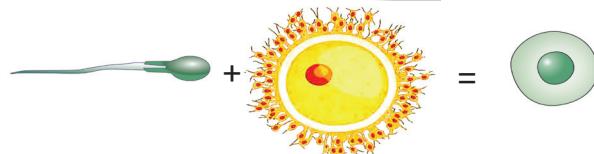


Рис. 3.15. Слияние гамет

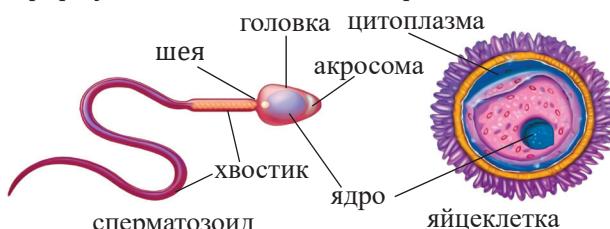


Рис. 3.16. Строение половых клеток

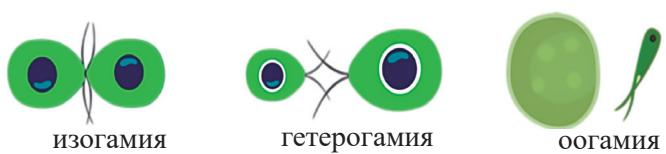


Рис. 3.17. Типы соединения гамет

ГЛАВА III. ЖИЗНЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

3.2. Гаметогенез

клеток – **овогенезом**. У многоклеточных организмов гаметогенез происходит в особых половых органах. За исключением кишечнополостных, у всех многоклеточных животных половые органы состоят из половых желёз. Мужская половая железа называется **семенником**, в ней развиваются сперматозоиды. Женские половые железы называются **яичниками**. Яйцеклетка созревает в яичнике (рис. 3.18). Животные, у которых женские и мужские гаметы образуются в одном организме, называются **гермафродитами**.

У водорослей и грибов половые клетки образуются в **гаметангиях**. У споровых растений спермии развиваются в **антеридиях**, а яйцеклетки – в **архегониях**. Слияние гамет, то есть оплодотворение, происходит в воде (дождь, роса). В результате оплодотворения образуется зигота и из неё развивается спорофит (рис. 3.19)

Гаметогенез у цветковых растений. У цветковых растений образование половых клеток происходит в пыльнике и в семязачатке цветка (рис. 3.20). Первичная мужская половая клетка в пыльнике называется микроспороцитом, потому что она меньше, чем женская половая клетка. Микроспороцит имеет диплоидный набор хромосом, в результате мейотического деления образует четыре гаплоидные клетки-микроспоры. Затем каждая микроспора делится митозом на две: крупную – вегетативную и малую – генеративную. Из каждой микроспоры после митотического деления образуются пыльцевые зёрна. Из генеративной клетки в результате митотического деления образуются два спермия (рис. 3.21).

Из диплоидной материнской клетки – мегаспороцита (клетка так называется потому, что она крупнее микроспороцита) в результате мейотического деления образуются 3 мелкие и 1 крупная клетка – мегаспора. Мелкие клетки быстро отмирают. Мегаспора три раза делится митозом и образует восьмиядерный зародышевый мешок. Эти клетки располагаются следующим образом: три на одном полюсе зародышево-

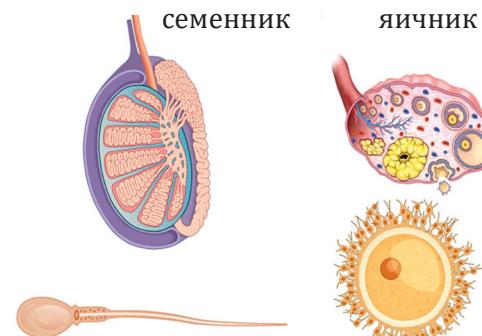


Рис. 3.18. Половые органы животных

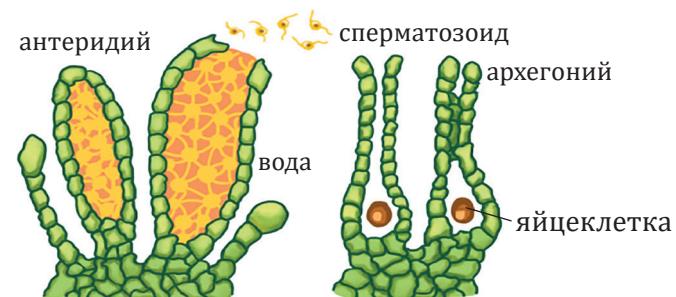


Рис. 3.19. Полевые органы споровых растений

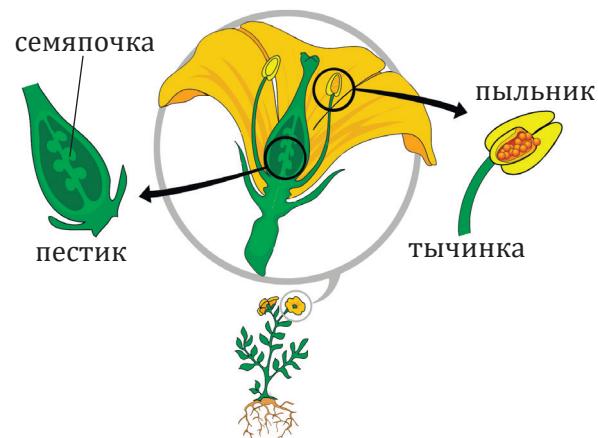


Рис. 3.20. Полевые органы цветковых растений

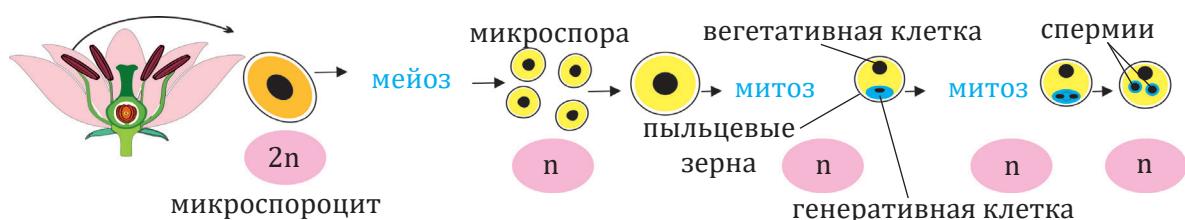


Рис. 3.21. Развитие пыльцевых зёрен у цветковых растений

го мешка, три на другом, две в центре. Оставшиеся в центре две клетки сливаются, образуя диплоидную центральную клетку. Одна из трёх клеток, расположенных на микропилярном полюсе, отличается большим размером и называется яйцеклеткой (рис. 3.22)

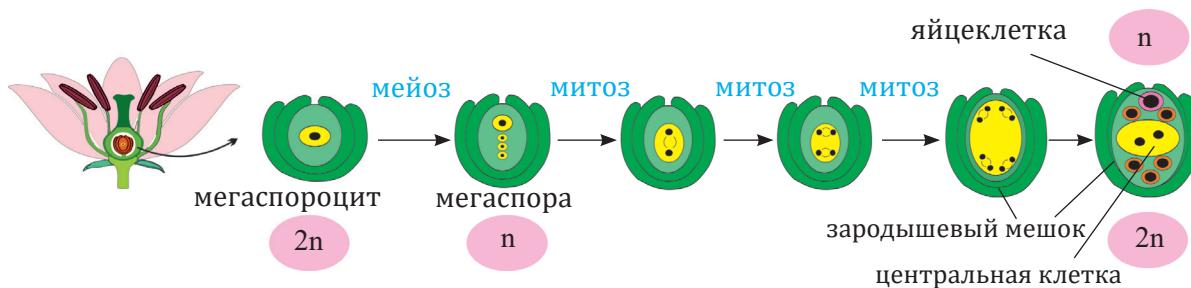


Рис. 3.22. Развитие цветочной сумки у цветковых растений

Гаметогенез животных включает ряд этапов развития, при которых первичная половая клетка претерпевает сложные изменения. Семенники и яичники делятся на зоны, в каждой из которых происходит определённый процесс.

П/н	Зоны	n – хромосома; c – ДНК	Процессы
1	Зона размножения	$2n\ 2c$	МИТОЗ. Сперматогонии и оогонии делятся путём митоза, и их количество увеличивается. Сохраняется диплоидный набор хромосом.
2	Зона роста	$2n\ 4c$	ИНТЕРФАЗА. Клетки, образующиеся в этой зоне, называются сперматоцитами и ооцитами первого порядка. Некоторые клетки увеличиваются, накапливают пищевые запасы, а количество ДНК удваивается.
3	Зона созревания	$n\ 2c$	МЕЙОЗ. Сперматоциты и ооциты первого порядка претерпевают редукционное деление, образуются сперматоциты и ооциты второго порядка.
		$n\ c$	Сперматоциты и ооциты второго порядка делятся поровну, образуя сперматиды и яйцеклетки.
4	Зона формирования	$n\ c$	У сперматозоидов образуются головка, шейка и хвостовая часть. Ядро расположено в головке, митохондрии в хвостике.

Сравнительная характеристика оогенеза и сперматогенеза. По сравнению со сперматогенезом, оогенез занимает гораздо больше времени. Это связано с тем, что яйцеклетка содержит гораздо больше веществ, чем сперматозоид. На стадии мейоза при сперматогенезе цитоплазма делится поровну между четырьмя клетками. В оогенезе только одной клетке достается больше всего цитоплазмы. В конце сперматогенеза образуются четыре одинаковые клетки. В конце оогенеза образуются одна крупная и три мелкие клетки. Мелкие клетки погибают, крупная клетка становится яйцеклеткой.

ГЛАВА III. ЖИЗНЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

3.2. Гаметогенез

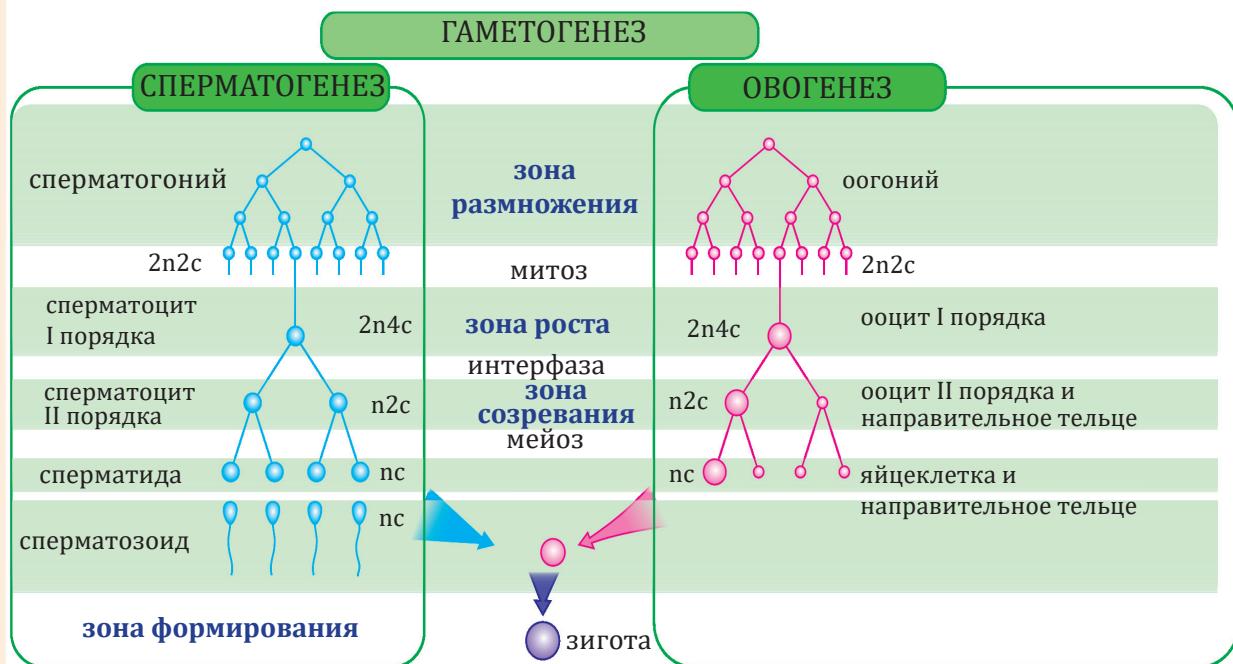


Рис. 3.23. Гаметогенез

Итак, гаметы – это половые клетки с гаплоидным набором, хранящие генетическую информацию. Гаметогенез происходит в половых железах. В сперматогенезе цветковых растений наблюдается сначала мейоз, затем два последовательных митотических деления. При созревании женских гамет наблюдается сначала мейоз, затем три последовательных митотических деления.

Применение новых знаний.

Знание и понимание.

1. Какое строение имеют гаметы млекопитающих?
2. Какими бывают типы соединения половых клеток в зависимости от строения и особенностей мужских и женских гамет?
3. Как называется развитие половых клеток? Где это происходит?
4. Как называется орган, в котором происходит гаметогенез споровых растений?

Применение. Какое значение имеют процессы митоза и мейоза в гаметогенезе?

Анализ. Проанализируйте сходства и различия процессов оогенеза и сперматогенеза на основе диаграммы Венна.

Синтез. Представления о гаметогенезе цветковых растений приведены ниже. Расположите понятия, объясняющие процесс образования женских и мужских гамет, в правильном порядке согласно таблице.

- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1) Зародышевый мешок | 8) Микроспора |
| 2) Яйцеклетка | 9) Сперма |
| 3) Центральная ячейка | 10) Пыльцевое зерно |
| 4) Мейоз | 11) Микроспороцит |
| 5) Митоз | 12) Мегаспороцит |
| 6) Генеративная клетка | 13) Вегетативная клетка |
| 7) Мегаспора | |

Мужские гаметы									
Женские гаметы									

Оценка. В природе мелкие животные плодовитые и очень быстро размножаются. При этом в большинстве случаев численность их видов не меняется, и они держатся в среднем количестве. Как вы объясните эту ситуацию?

3.3. ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ

Проверка опорных знаний. У нас есть черты, похожие и отличительные от родителей, братьев и сестер. Как вы думаете, в чём причина этого?



Половое размножение происходит в результате слияния гамет родителей. Таким образом появляется зигота. Из зиготы развивается новый организм. Генотип нового организма отличается от генотипа отца и от генотипа матери. В новых поколениях создаётся новая комбинация генов, обеспечивающая приспособление к изменяющимся условиям среды. То есть половое размножение основано на комбинаторной изменчивости.

У бактерий не наблюдается полового размножения, но в их клетках происходят следующие процессы, приводящие к генетическим изменениям: конъюгация, трансформация и трансдукция.

Половые процессы у бактерий

Конъюгация у бактерий – это способ передачи генетического материала клетки от одной бактерии к другой, при этом две бактерии связываются узким мостиком, и через этот мостик происходит передача генетического материала от донорской клетки клетке-реципиенту. При непосредственном контакте иногда передаётся только плазмида, а иногда с плазмидой может переноситься одна нить ДНК основной хромосомы. Генетические свойства реципиента изменяются в зависимости от количества переданной генетической информации (рис. 3.24).

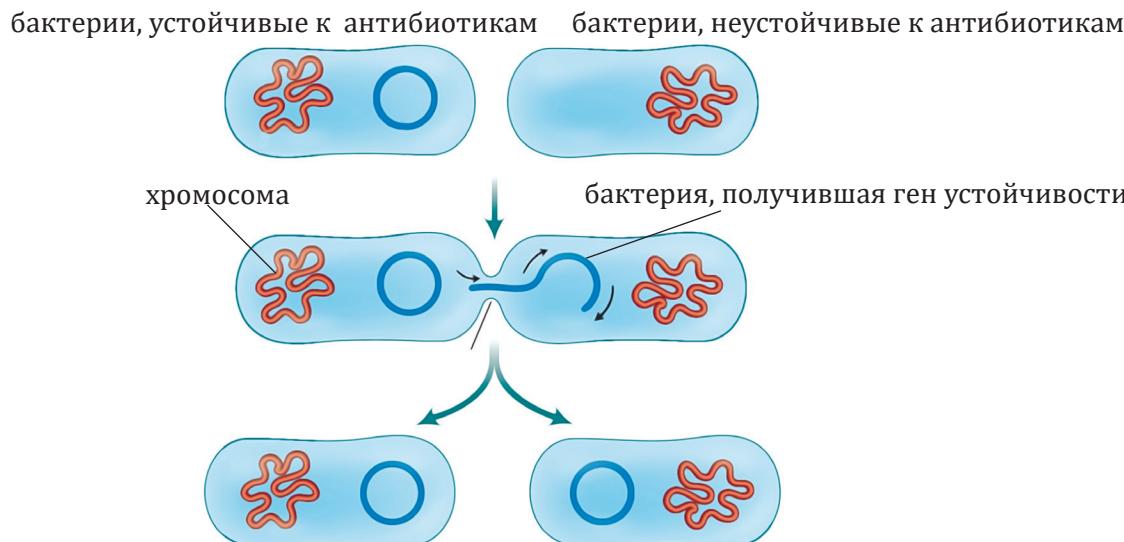


Рис. 3.24. Процесс конъюгации в бактериях

Процесс воссоединения любой части наследственной молекулы одного организма с наследственной молекулой в составе другого организма называется **трансформацией**. То есть ДНК мёртвых бактерий попадает в другую живую бактерию из внешней среды и присоединяется к её генетической хромосоме, что приводит к изменению генетического материала бактерии-реципиента (рис. 3.25)

Перенос генов из одной бактериальной клетки в другую с помощью фагов называется **трансдукцией**. Гены, переносимые фагами во вторую бактериальную клетку, изменяют наследственность этой бактерии (рис. 3.26)

Конъюгация
Трансформация
Трансдукция
Копуляция
Партеногенез
Оплодотворение

ГЛАВА III. ЖИЗНЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

3.3. Половое размножение организмов

Во всех трёх случаях количество особей не увеличивается, т. е. бактерии не размножаются. Количество организмов не меняется, но наблюдается рекомбинация генетического материала. Конъюгация, трансформация и трансдукция в совокупности называются **горизонтальным переносом генов**.

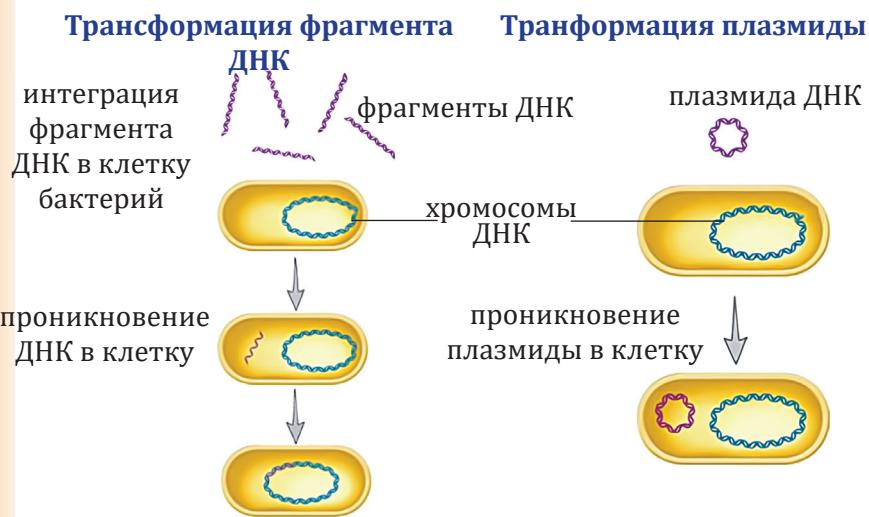


Рис. 2.25. Процесс трансформации

Плазмиды состоят из кольца двунитевой ДНК размером в сотни раз меньшим, чем основная бактериальная хромосома. Они состоят из 3–10 генов, которые синтезируют ферменты, расщепляющие антибиотики или токсины. Плазмиды реплицируются независимо от основной хромосомы.

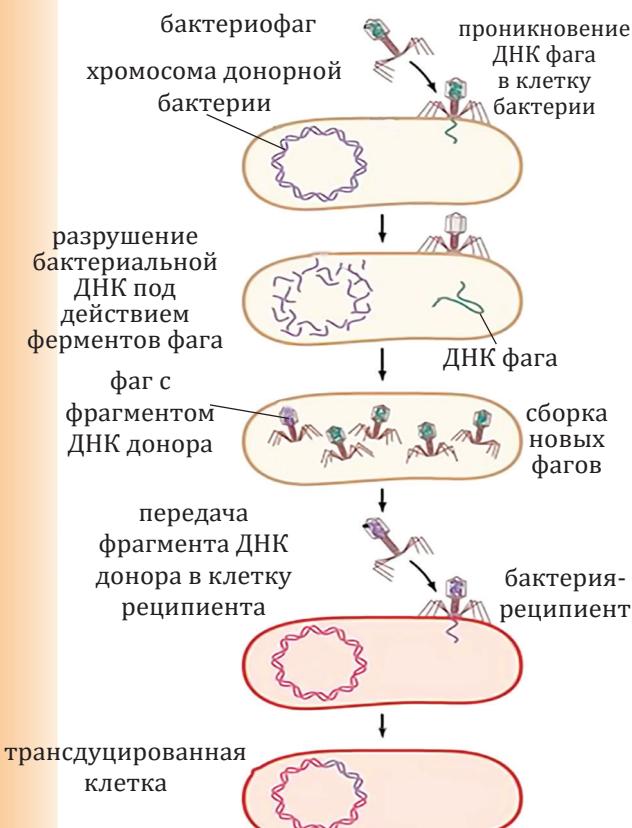


Рис. 3.26. Трансдукция

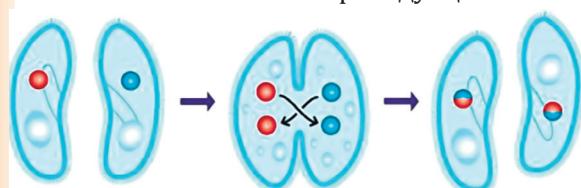


Рис. 3.27. Конъюгация у инфузорий

Половые процессы у протоктисов. Конъюгация наблюдается и у инфузорий. Перед конъюгацией большое ядро инфузории растворяется.

Малое ядро делится, образуя два гаплоидных ядра. Две туфельки сближаются, соединяя свои цитоплазмы, появляется мостик. Обе инфузории являются фагами, получившими ядерную донорскую ДНК. Трансдукционная клетка является реципиентной клеткой (рис. 3.27)

Одно из ядер каждого организма перемещается к другому с помощью цитоплазматической жидкости. Два гаплоидных ядра каждой туфельки сливаются, образуя диплоидное ядро. Конъюгированные туфельки расходятся и ведут самостоятельную жизнь. Благодаря обмену генетической информацией (рекомбинации) в результате конъюгации генотип новообразованных особей отличается от генотипа исходных особей (рис. 3.27)

Другой половой процесс, который наблюдается у протоктисов – копуляция (от лат. *copulatio* – «соединение»). При этом соединяются специальные половые клетки – гаметы, образующие зиготу с новым набором генетического материала. У этих организмов гаметы образуются в результате многократных делений материнской клетки. После периода покоя из зиготы образуются новые молодые организмы (рис. 3.28).



Рис. 3.28. Копуляция у протокистов

Половое размножение грибов. В неблагоприятных условиях белая плесень размножается половым путём. У них, как у высокоразвитых организмов, гаметы не образуются. Гаплоидные гифы разных мицелиев гриба сближаются, соединяясь своими кончиками, но они отделены перегородкой. Через некоторое время перегородка исчезает, и их ядра сливаются, образуя диплоидную **зиготу**. Зигота покрывается толстой оболочкой и переходит в состояние покоя. После периода покоя зигота делится мейозом и образует 4 гаплоидные клетки. При благоприятных условиях из гаплоидных клеток развивается новый мицелий, а из него – плодовитое тело (рис. 3.29).

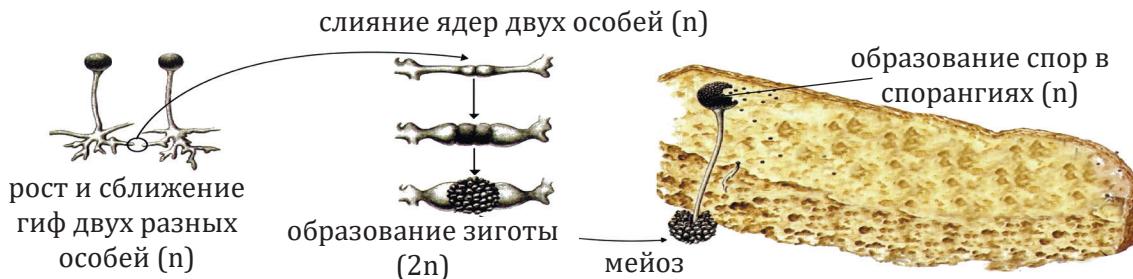


Рис. 3.29. Половое размножение плесневых грибов

Половое размножение цветковых растений. У цветковых растений половое размножение происходит путём слияния гамет, т. е. оплодотворения. Женские гаметы – яйцеклетки созревают в семязачатке, а мужские гаметы – сперматозоиды в пыльнике. После опыления вегетативная клетка пыльцы, попавшая на рыльце пестика, начинает прорастать, образуя длинную, тонкую пыльцевую трубку. Она растёт, удлиняется и внедряется в семяпочку завязи. Два спермия, образовавшихся из генеративной клетки пыльцы, попадают в зародышевый мешок через пыльцевую трубку. Один из спермий сливаются с яйцеклеткой, второй спермий сливаются с центральной клеткой зародышевого мешка. Этот процесс называется двойным оплодотворением. Оплодотворённая яйцеклетка – зигота развивается в зародыше, а из оплодотворённой центральной клетки развивается эндосперм. Зародыш и эндосперм вместе образуют семя. Таким образом, после двойного оплодотворения из семяпочки развивается семя. Из его оболочки, кожуры, окружающей семя, а также из завязи и других частей цветка образуется плод (рис. 3.30)

ГЛАВА III. ЖИЗНЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

3.3. Половое размножение организмов

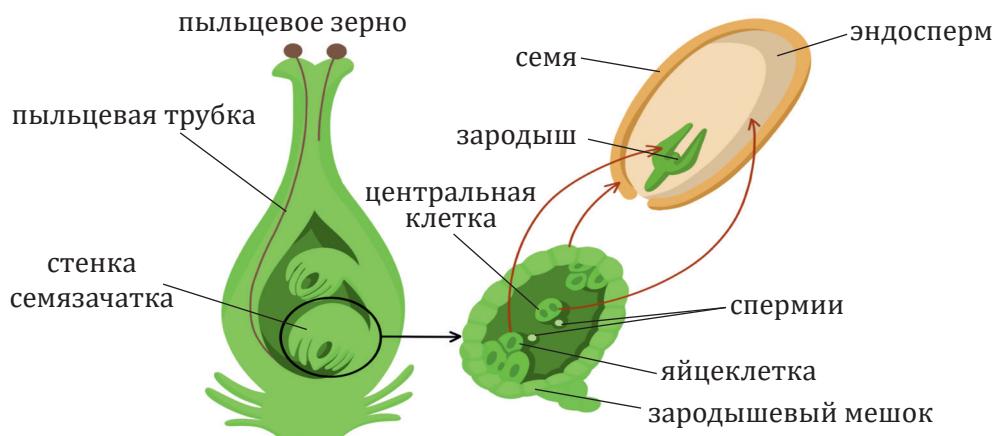


Рис. 3.30. Оплодотворение цветковых растений

Половое размножение животных происходит при слиянии мужских и женских гамет. Ферменты в акросоме сперматозоида воздействуют на оболочку яйцеклетки и разрушают её.

Генетический материал сперматозоида выделяется в яйцеклетку. После этого яйцеклетка быстро восстанавливает свою оболочку и не пропускает внутрь другие сперматозоиды. В результате слияния двух гаплоидных гамет образуется диплоидная зигота.

У животных наблюдается **внешнее и внутреннее оплодотворение**. *Внешнее оплодотворение* в основном наблюдается у водных организмов (рыб и амфибий). Самки откладывают яйца среди водорослей, а самцы разбрасывают сперматозоиды. Таким образом, оплодотворение происходит в воде.

В эволюции организмов внутреннее оплодотворение имело значение при выходе животных из воды на сушу. Внутреннее оплодотворение происходит у членистоногих, рептилий, птиц и у млекопитающих. Слияние гамет у этих групп животных происходит в яйцеводе женского организма (рис. 3.31).

Значение полового размножения. Слияние гамет позволяет объединить генетические признаки обоих родителей. Новый организм может оказаться более приспособленным для выживания в изменяющейся среде. Это важно для выживания организмов в эволюционном процессе.

Партеногенез (от греч. *parthenos* – «девственность») – особенная форма полового размножения, при которой из неоплодотворенной яйцеклетки развивается новый организм. Партеногенез встречается у раздельнополых организмов и вызывает ускорение размножения. Различают естественный и искусственный партеногенез. Естественный партеногенез можно наблюдать у пчёл. Из оплодотворённой яйцеклетки развиваются самки, из неоплодотворённой – **самцы (трутни)** (рис. 3.32). В настоящее время партеногенез возможно проводить и искусственным путём. Для этого применяются физические (механическое воздействие, электроток, тепло и др.) и химические факторы. Например, если воздействовать на яйцеклетку лягушки



Рис. 3.31. Внешнее и внутреннее оплодотворение у животных

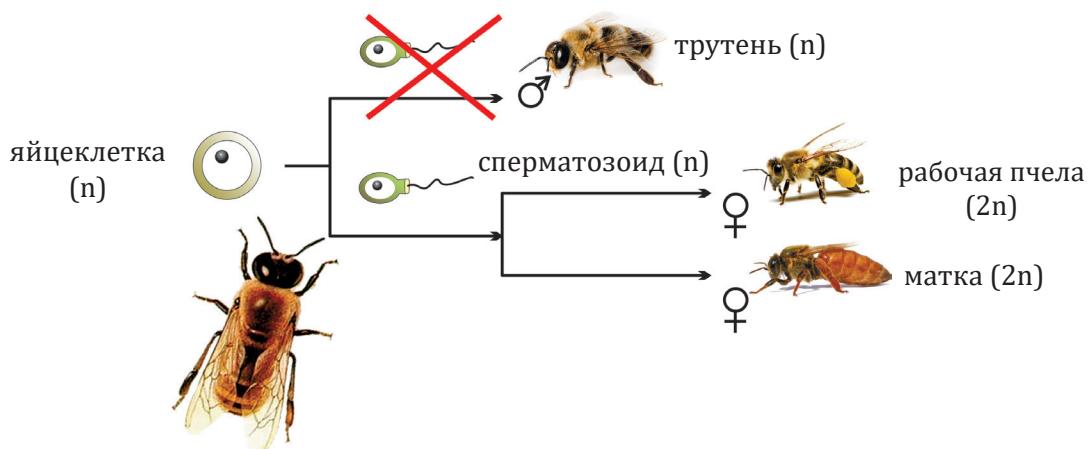


Рис. 3.32. Партеногенез у пчёл

иглой, из неё можно получить взрослые особи, все они будут самками. Б. Л. Астауров (1904–1974) разработал методику получения самцов тутового шелкопряда путём **искусственного партеногенеза**.

Таким образом, у бактерий наблюдаются такие половые процессы, как конъюгация, трансформация и трансдукция. В результате конъюгации изменяется только генетический материал, а количество особей не увеличивается. Двойное оплодотворение происходит у цветковых растений. Внутреннее и внешнее оплодотворение наблюдается у животных.

Применение новых знаний.

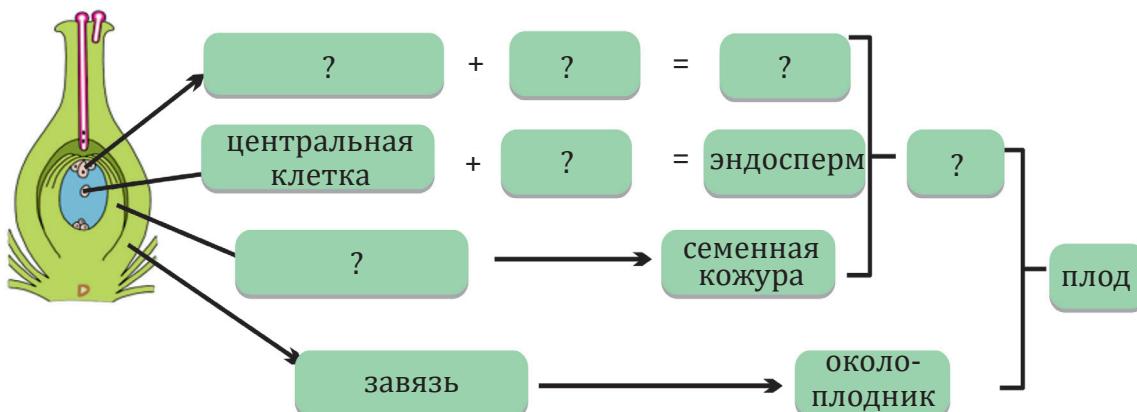
Знание и понимание.

- Какие половые процессы наблюдаются у бактерий?
- Как протекают половые процессы у протоктистов?
- Как происходит половое размножение у грибов?
- Какие виды оплодотворения бывают у животных?

Применение. Какое значение имеет двойное оплодотворение в жизненном цикле цветковых растений?

Анализ. Проанализируйте сходства и различия между двойным оплодотворением цветковых растений и оплодотворением животных.

Синтез. Заполните пустые ячейки в приведённой ниже модели, изображающей процесс двойного оплодотворения.



Оценка. В отличие от большинства амфибий, ящерицы живут далеко от водоёмов. С каким аспектом воспроизводства это связано?

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Абиотические факторы (от греч. a – отрицательная частица, bios – «жизнь») неорганические компоненты природы, влияющие на жизнедеятельность и распространение живых организмов.

Автотрофные организмы (от греч. autos – «сам», trophe – «пища», «питание») – это организмы, производящие необходимые для их жизни органические вещества из неорганических за счёт процессов фотосинтеза и хемосинтеза.

Агроэкосистема (от греч. agros – «поле») – искусственная экосистема, созданная и регулярно поддерживаемая человеком с целью получения сельскохозяйственной продукции.

Аллельные гены – гены, занимающие одинаковые локусы в гомологичных хромосомах и отвечающие за развитие альтернативных признаков.

Аллогенез (от греч. allos – «иной», «другой», genesis – «развитие») – эволюционное направление, сопровождающееся приобретением идиоадаптаций.

Аммонификация – процесс разложения белков и образования аммиака под действием микроорганизмов после гибели организмов.

Анабиоз – приостановка жизнедеятельности организма с последующим восстановлением её при благоприятных условиях.

Анаэробные организмы – это организмы, дыхание которых происходит в бескислородной среде.

Ареал (лат. area – «поле», «пространство») – естественная среда обитания каждого вида – определённая акватория или территория.

Ассимиляция (от лат. «подобный») – совокупность процессов биосинтеза органических веществ с затратой энергии в живом организме. Биосинтез высокомолекулярных соединений (белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов, липидов).

Аэробные организмы – организмы, которые нуждаются в свободном молекулярном кислороде для дыхания.

Бинарное деление – способ деления одноклеточных организмов.

Биогенные элементы – химические элементы, входящие в состав живых организмов.

Биологический прогресс (от лат. progressus – «движение вперёд») – преобладание рождаемости в популяциях над смертностью в них. Характеризуется ростом численности особей, расширением площади проживания,

повышением внутривидовой изменчивости.

Биологический регресс (от лат. regressus – «возвращение», «соседание») – эволюционное движение, при котором происходит сокращение ареала, уменьшение численности особей, вымирание вида.

Биосфера (от греч. bios – «жизнь», sfera – «сфера») – оболочка Земли, заселённая живыми организмами, находящаяся под их воздействием и занятая продуктами их жизнедеятельности. Верхний предел биосферы определяется озоновым слоем.

Биосистема – биологические объекты, которые взаимосвязаны и влияют друг на друга, выполняют определенную функцию, обладают способностью развиваться, самовосстанавливаться и приспособливаться к окружающей среде.

Биотехнология – (греч. bios – «жизнь», techne – «умение», «искусство», logos – «учение») – совокупность промышленных методов, использующих живые организмы и биологические процессы в различных областях сельского хозяйства, промышленности и медицины.

Биотоп (от греч. bios – «жизнь», topos – «место») – часть земной поверхности (суши или водоёма) с одинаковыми экологическими условиями и занятая специфическим биоценозом; видовое пространство.

Борьба за существование – один из движущих факторов эволюции, наряду с естественным отбором и наследственной изменчивостью, совокупность многообразных и сложных взаимоотношений, существующих между организмами и условиями среды.

Буферность – свойство клетки поддерживать определённый уровень концентрации ионов водорода (pH).

Векторы (в генетике и молекулярной биологии) – это молекулы ДНК, используемые для введения генетического материала в клетку.

Гаметы – мужские и женские половые клетки, образующиеся при половом размножении организмов.

Гаплоидный набор – одинарный набор хромосом зрелой половой клетки.

Генетический код – система записи наследственной информации в молекулах нуклеиновых кислот, основанная на определённом чередовании последовательностей нуклеотидов в ДНК или РНК, образующих кодоны, соответствующие аминокислотам в белке.

Генная инженерия – это совокупность методов

и технологий, позволяющих создавать рекомбинантную ДНК путем внесения изменений в генетический аппарат клеток и на этой основе создавать объекты с новыми биологическими свойствами.

Генетика – это наука, изучающая законы наследственности и изменчивости, свойственные всем живым организмам.

Генотип (genos – «поколение», tyros – «экземпляр») – сумма всех генов особи.

Гетерогамия (getero – «разные», gamos – «брак») – это один из типов слияния гамет, представляет собой процесс слияние подвижных, морфологически разных гамет, отличающихся по размерам.

Гидрофильные вещества – вещества, которые хорошо растворяются в воде.

Гидрофобные вещества – вещества, плохо или совсем не растворяемые в воде

Гликолиз – расщепление глюкозы в бескислородной среде.

Гомеостаз (gomeo – «такой же», stasis – «устойчивый») – состояние относительной стабильности строения и функций организмов.

Делеция – это потеря средней части хромосомы.

Денатурация – нарушение естественной структуры белка под действием различных факторов при сохранении его первичной структуры.

Диссимиляция (разложение) – процесс расщепления органических веществ с выделением энергии.

Дизрессивный отбор – форма естественного отбора, приводящая к образованию внутри популяции нескольких полиморфных форм, отличающихся друг от друга.

Дупликация – удвоение какой-либо части хромосомы.

Естественный отбор – это процесс отбора генотипов особей, наиболее приспособленных к данным условиям среды, и устранения генотипов особей, менее приспособленных к данным условиям.

Изоляция – частичное или полное отсутствие свободного скрещивания особей разных популяций.

Индивидуальное развитие, т. е. онтогенез, – процесс развития организма как самостоятельной особи от момента отделения от родительского организма (в случае бесполого размножения) или от момента оплодотворения (при половом размножении) до гибели.

Инверсия – это поворот участка хромосомы на 180°.

Лимитирующий фактор – фактор, замедляющий или останавливающий жизнедеятельность и развитие живого организма, вида, сообщества.

Матрица – нуклеотидная последовательность РНК или одной цепи ДНК, являющаяся основой («шаблоном») для ферментативного синтеза комплементарной ей полинуклеотидной последовательности.

Микробиология (от греч. micros – «маленький», bios – «жизнь», logos – «учение») – отрасль науки, изучающая микроорганизмы и их воздействие на другие живые организмы. Вариация – это проявление новых признаков и характеристик в поколениях.

Наследственность – способность организмов передавать свои признаки и особенности развития потомству.

Норма реакции – это предел способности одного генотипа продуцировать разные фенотипы в зависимости от условий внешней среды.

Онтогенез (греч. onton – «существование», genesis – «развитие») – индивидуальное развитие организма.

Оогамия (oo – «яйцо», gamos – «брак») – вид полового процесса, при котором сливаются резко отличающиеся друг от друга половые клетки – крупная неподвижная яйцеклетка с мелкой, обычно подвижной, мужской половой клеткой (сперматозоидом или спермием).

Оптимум (от лат. optimus – «лучший») – диапазон действия фактора, при котором эффективны рост, развитие и размножение организма.

Осмос – явление самопроизвольного переноса вещества через полупроницаемую мембрану молекул растворителя в сторону растворенного вещества большей концентрации.

Оогенез – это процесс развития яйцеклетки.

Оплодотворение – это процесс слияния гамет.

Пищевая цепь – это систематическая последовательность организмов, в которой вещества и энергия переходят от одного звена (источника) к другому звену (потребителю).

Пиноцитоз (от греч. pino – «пить», sitoz – «клетка») – поглощение клеткой из окружающей среды жидкости с содержащимися в ней веществами.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Плейотропия – множественное действие гена, способность одного наследственного фактора – гена – воздействовать одновременно на несколько разных признаков организма.

Полиэмбриония – развитие нескольких независимых зародышей из одной зиготы.

Полиплоидия – кратное увеличение числа хромосом.

Популяция – совокупность особей, сходных морфофизиологически, генетически, экологически, этологически, имеющих общее происхождение, свободно скрещивающихся друг с другом и дающих плодовитое потомство.

Продуценты (от лат. producentis – «создающий») – автотрофные организмы, создающие органические соединения из неорганических веществ.

Прокариоты – одноклеточные живые организмы, у которых отсутствует оформленное клеточное ядро и другие мембранные органоиды.

Редуценты, или деструкторы (от лат. reduco – «возвращаю», «восстанавливая») – организмы (в основном бактерии и грибы), разлагающие останки живых организмов до неорганических веществ.

Рекомбинация – это появление у потомства признаков, отсутствующих у родителей, в результате перераспределения генов при гибридизации.

Ренатурация (от лат. ge – приставка, означающая возобновление, natura – «природа») – восстановление белка в исходное состояние после воздействия какого-либо фактора.

Толерантность (лат. tolerantia – «терпение») – предел выносливости показателей факторов среды, в которых могут жить живые организмы.

Трансдукция – это перенос генов из одной бактериальной клетки в другую посредством фагов.

Трансформация – процесс поглощения бактериальной клеткой молекулы ДНК из внешней среды.

Транслокация – тип хромосомных мутаций, при которых происходит перенос участка хромосомы на негомологичную хромосому.

Трисомия – это увеличение числа хромосом на одну ($2n+1$).

Урбanoэкосистема (от лат. urbs – «город») – искусственно созданная и поддерживаемая человеком среда. Сюда относятся города, посёлки и урбанизированные людьми участки земли.

Фагоцитоз – процесс, при котором клетки захватывают и переваривают твёрдые частицы.

Филогенез – историческое развитие организмов.

Фототропизм (греч. tropē – «поворот») – движение растений под действием света, при котором направление движения зависит от направления света.

Хромосома – молекула ДНК, компактно упакованная с помощью вспомогательных белков-гистонов, формируются в профазе вследствие спирализации хроматина.

Экологическая ниша – совокупность факторов среды, в пределах которых обитает тот или иной вид организмов, его место в природе, в пределах которого данный вид может существовать неограниченно долго.

Экосистема (от греч. oikos «дом», «жилище») – как биологическая система, открытые системы, состоящие из компонентов – биотопа (среды обитания) и биоценоза (сообщества живых организмов), связанных обменом веществ. Например, пруд, озеро, лес, гниющее бревно и цветок в горшке.

Эмбриогенез (от греч. embryo – «зародыш») – это период развития организма от образования зиготы до рождения (выхода из яйцевых оболочек).

Эндонуклеазы – ферменты, разрезающие цепи ДНК на отрезки (рестриктазы).

Эндоцитоз – процесс захвата и поглощения плазматической мембраной клеткой крупных частиц.

Эукариоты – организмы, в клетках которых содержатся оформленные, ограниченные оболочкой ядра, в которых находится генетическая информация (грибы, лишайники, растения, животные).

Эволюция – это изменение органического мира во времени.

Эврибионты – организмы, приспособившиеся к жизни в широко меняющихся условиях окружающей среды или имеющие широкий диапазон пределов выносливости.

O'quv nashri

BIOLOGIYA

10

Umumiy o'rta ta'lif maktablarining
10-sinfi uchun darslik

(Rus tilida)

*Перевод Зайтова Наргиза
Редактор Маджидова Екатерина
Компьютерная верстка Маликов Равшан
Художественный редактор Фармонов Сарвар
Технический редактор Сулаймонов Акмал
Художник-дизайнер Мулла-Ахунов Дилмурад
Корректор Сардарян Заре*

Подписана в печать 31.10.2022. Формат 60x84 1/8.
Гарнитура «Cambria». Кегль 12. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 20,46. Уч.-изд. л 21,59.

Тираж . Заказ №

Сведения о состоянии учебника, выданного в аренду

№	Фамилия, имя ученика	Учеб-ный год	Состояние учебника при получе-нии	Подпись классного руководителя	Состоя-ние учебника при сдаче	Подпись классного руководителя
1						
2						
3						
4						
5						
6						

**Таблица заполняется классным руководителем при передаче
учебника в аренду и возврате в конце учебного года.**

При заполнении таблицы используются следующие оценочные критерии:

Новый	Состояние учебника при первом использовании.
Хороший	Обложка не повреждена, не отделена от основной части учебника, имеются все страницы. Страницы не порваны, не отклеены, на них никаких записей и линий.
Удовлетво-рительный	На обложке имеются записи и линии, ее края повреждены. Обложка отделена от основной части учебника и отреставрирована пользователем. Реставрация удовлетворительная.
Неудов-летвори-тельный	Обложка повреждена, отделена от основной части учебника или частично отсутствует. Некоторые страницы повреждены. Реставрация страниц неудовлетворительная. Страницы порваны, исчерчены и испачканы. Некоторые страницы отсутствуют. Учебник восстановлению не подлежит.