

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б2.В.ДВ.1.2 Общая генетика

Направление подготовки: 111900.62 «Ветеринарно-санитарная экспертиза»

**Профиль подготовки (специализация): Ветеринарно-санитарная
экспертиза**

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Нормативный срок обучения: 5 лет

Форма обучения: заочная

СОДЕРЖАНИЕ

1. Конспект лекций	
1.1 Лекция № 1 «Введение в ветеринарную генетику».....	
1.2 Лекция № 2 «Цитологические основы наследственности».....	
1.3 Лекция № 3 «Закономерности наследования признаков».....	
1.4 Лекция № 4 «Хромосомная теория наследственности».....	
1.5 Лекция № 5 «Генетика пола».....	
1.6 Лекция № 6 «Молекулярные основы наследственности».....	
1.7 Лекция № 7 «Изменчивость и методы ее изучения».....	
1.8 Лекция №8 «Генетика популяций».....	
1.9 Лекция №9 «Генетические основы иммунитета».....	
1.10 Лекция № 10 «Генетические аномалии их причины и принципы профилактики».....	
1.11 Лекция № 11 «Основы биотехнологии и генетической инженерии».....	
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ	
2.1. Лабораторная работа № ЛР-1 Тема: «Клетка как целостная самовоспроизводящая система».....	
2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Тема: «Передача наследственной информации в процессе размножения клеток»	
2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Тема: «Законы Г.Менделя».....	
2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Тема: «Морфологическое строение хромосом».....	
2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Тема: «Наследование сцепленное с полом».....	
2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Тема: «Основы молекулярной генетики».....	
2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Тема: «Морфофункциональные нарушения вследствие генных и хромосомных мутаций».....	
2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Тема: «Популяционная генетика».....	
2.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Тема: «Иммуногенетика».....	
2.10 Лабораторная работа № ЛР-10 Тема: «Генетические аномалии сельскохозяйственных животных».....	
2.11 Лабораторная работа № ЛР-11 Тема: «Биотехнология. Генная и клеточная инженерия».....	

1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

1.1 Лекция №1 (2 часа)

Тема: «Введение в общую генетику»

1.1.1 Вопросы лекции:

1. Генетика как наука о наследственности и изменчивости
2. Этапы развития генетики
3. Методы генетики

1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Генетика как наука о наследственности и изменчивости

Генетика (от греч. genesis— происхождение) - наука о наследственности и изменчивости организмов. Термин «Генетика» предложил в 1906 г. У. Бэтсон.

Наследственность - свойство живых существ обеспечивать материальную и функциональную преемственность между поколениями, а также обуславливать специфический характер индивидуального развития в определенных условиях внешней среды.

Изменчивость - это возникновение различий между организмами по ряду признаков и свойств.

Наследственность, изменчивость и отбор — основа эволюции. Благодаря им возникло огромное разнообразие живых существ на Земле. Мутации поставляют первичный материал для эволюции. В результате отбора сохраняются положительные признаки и свойства, которые благодаря наследственности передаются из поколения в поколение. Знание закономерностей наследственности и изменчивости способствует более быстрому созданию новых пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов.

С. М. Гершензон выделяет четыре основные теоретические проблемы, изучаемые генетикой:

1. хранения генетической информации (где и каким образом закодирована генетическая информация);
2. передача генетической информации от клетки к клетке, от поколения к поколению;
3. реализации генетической информации в процессе онтогенеза;
4. изменения генетической информации в процессе мутаций.

Бурное развитие генетики связано с тем, что она открывает возможность познания явлений жизни и намечает пути управлений ею. В настоящее время генетика занимает центральное место в биологии. Наблюдается все более тесная интеграция генетики, селекции, ветеринарии, биохимии и других наук. В результате интеграции генетики и ветеринарии возникла ветеринарная генетика.

Ветеринарная генетика — наука, изучающая наследование генов, что позволит повысить продуктивность животных, резистентность к болезням, подавить проявление нежелательных признаков.

Перед ветеринарной генетикой ставятся задачи:

1. изучение наследственных аномалий;
2. разработка методов выявления гетерозиготных носителей наследственных аномалий;
3. контролирование (мониторинг) распространения вредных генов в популяциях и их элиминация;
4. цитогенетический анализ животных в связи с заболеваниями;
5. изучение генетики иммунитета;
6. изучение генетики патогенности и вирулентности микроорганизмов, а также взаимодействие микро- и макроорганизмов;

7. изучение болезней с наследственным предрасположением;
8. разработка методов раннего выявления (т. е. маркеров) устойчивости восприимчивости организма к болезням, в том числе при отсутствии инфекционного фона;
9. изучение влияния вредных экологических веществ на наследственный аппарат животных;
10. изучение генетически детерминированных реакций животных на лекарственные препараты;
11. создание устойчивых к болезням, с низким генетическим грузом и приспособленных к определенным условиям среды стад, линий, типов, пород. Последние две проблемы — предмет изучения селекционно-ветеринарной генетики;
12. использование методов биотехнологии для повышения резистентности животных к болезням.

2. Этапы развития генетики

Датой рождения генетики принято считать 1900 г., когда Г. де Фриз, К. Корренс и Э. Чермак переоткрыли законы Г. Менделя (1865). В развитии генетики можно выделить три этапа:

первый (с 1900 по 1925 г.) — этап классической генетики. В этот период были переоткрыты и подтверждены на многих видах растений и животных законы Г. Менделя, создана хромосомная теория наследственности (Т. Г. Морган);

второй (с 1926 по 1953 г.) — этап широкого развертывания работ по искусственному мутагенезу (Г. Меллер и др.). В это время было показано сложное строение и дробимость гена, заложены основы биохимической, популяционной и эволюционной генетики, доказано, что молекула ДНК является носителем наследственной информации (О. Эвери и др.)» были заложены основы ветеринарной генетики;

третий (начиная с 1953 г.) — этап современной генетики, для которого характерны исследования явлений наследственности на молекулярном уровне. Была открыта структура молекулы ДНК (Ф. Крик, Дж. Уотсон), расшифрован генетический код (Ф. Крик, М. Ниренберг, С. Очоа, Д. Маттеи и др.), химическим путем синтезирован ген (Г. Корана).

В настоящее время успешно развивается генетическая инженерия, давшая возможность переносить гены из одного организма в другой. Значительные достижения имеются в области генетики микроорганизмов, растений.

Большой вклад в развитие генетики внесли отечественные ученые. Научные генетические школы созданы Н. К. Кольцовым, Ю. А. Филипченко, Н. И. Вавиловым, А. С. Серебровским. Г. А. Надсон и Г. С. Филиппов получили искусственным путем мутации. Н. И. Вавилов сформулировал закон гомологических рядов наследственной изменчивости. Г. Д. Карпеченко предложил метод преодоления бесплодия у отдаленных гибридов. А. С. Серебровский и др. показали сложное строение и дробимость гена. С. С. Четвериков — основатель учения о генетике популяций. Б. Л. Астауров на тутовом шелкопряде доказал возможность искусственного регулирования пола. Большой вклад в становление ветеринарной генетики в нашей стране внес академик Л. К. Эрнст. В Новосибирске создан первый НИИ ветеринарной генетики и селекции.

Значение генетики для практики. Большое значение имеют теоретические исследования по проблемам генетической инженерии в селекции растений, микроорганизмов и животных, разработке более эффективных методов и средств предупреждения болезней и лечения животных. В большой степени от успешного развития генетики зависят решение

проблемы пищевых ресурсов, охрана здоровья человека и животных, борьба с наследственными болезнями, охрана окружающей среды.

Фундаментальные открытия в современной генетике реализуются в селекции растений, животных и микроорганизмов. За последние годы созданы гибриды ячменя и пшеницы, ячменя, ржи, выведены сорта пшеницы, способные давать более 100 центнеров зерна с 1 га, высокомасличные сорта подсолнечника с содержанием жира в семенах до 55 %, сорт подсолнечника, масло которого по составу сходно с оливковым. Выведены фитофтороустойчивые и ракоустойчивые сорта картофеля, триплоидная сахарная свекла и много других сортов растений. В растениеводстве широко используется явление тотипотентности, т. е. способности любой соматической клетки дать начало растению. Разработан метод микрклонального размножения нового сорта винограда, устойчивого к филлоксеру.

3. Методы генетики

Явления наследственности и изменчивости на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровнях изучают, используя следующие основные методы:

Гибридологический анализ основан на использовании системы скрещивания в ряде поколений для определения характера наследования признаков и свойств. Гибридологический анализ — основной метод генетики.

Генеалогический метод заключается в использовании родословных для изучения закономерностей наследования признаков, в том числе наследственных болезней. Этот метод в первую очередь применяется при изучении наследственности человека и медленно плодящихся животных.

Цитогенетический метод служит для изучения строения хромосом, их репликации и функционирования, хромосомных перестроек и изменчивости числа хромосом. С помощью цитогенетики выявляют разные болезни и аномалии, связанные с нарушением в строении хромосом и изменением их числа.

Популяционно-статистический метод применяется при обработке результатов скрещиваний, изучении связи между признаками, анализе генетической структуры популяций, распространении генетических аномалий в популяциях и т. д.

Иммуногенетический метод включает серологические методы, иммуноэлектрофорез и др., которые используют для изучения групп крови, белков и ферментов сыворотки крови тканей. С его помощью можно установить иммунологическую несовместимость, выявить иммунодефициты, мозаицизм близнецов и т. д.

Онтогенетический метод используют для анализа действия и проявления генов в онтогенезе при различных условиях среды. Для изучения явлений наследственности и изменчивости используют биохимический, физиологический и другие методы.

Методы генетической инженерии широко применяются в биотехнологии (область научно-технического прогресса, использующая биологические процессы для промышленных целей). Методом генетической инженерии во ВНИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов создан промышленный штамм кишечной палочки, продуцирующий аминокислоту 1-треонин (до 30 г/л раствора), а также штамм —

продуцент витамина В_г — рибофлавина. В Институте биоорганической химии создан штамм кишечной палочки, синтезирующий интерферон человека. Созданы штаммы бактерий, продуцирующие аминокислоту лизин, гормон роста человека соматотропин, бактерии, превращающие целлюлозу в сахар, и т. д. Ведутся работы по введению в пекарские дрожжи генов, кодирующих такие белки, как овальбумин (белок куриного яйца) и миозин (белок мышц). Получены штаммы бактерий, синтезирующие инсулин человека. Успешно разрабатываются методы микробиологического синтеза вакцин и сывороток.

В животноводстве методы генетики используют:

1. при выведении линий и пород животных, устойчивых к болезням;
2. для уточнения происхождения животных;
3. при оценке производителей по качеству потомства;
4. при цитогенетической аттестации производителей;
5. в пушном звероводстве;
6. для изучения влияния экологически вредных веществ на наследственный аппарат животных и т. д.

В настоящее время генетика занимается изучением следующих основных проблем:

1. проводятся обширные исследования в области генетической инженерии с целью получения в достаточном количестве инсулина, интерферона, антибиотиков, витаминов, незаменимых аминокислот, кормовых и пищевых белков, биологических средств защиты растений и т. д.;
2. решается одна из стратегических задач генетики — регуляция и управление действием генов в онтогенезе. Необходимо выяснить пути реализации генетической информации в признак в процессе онтогенеза. Такие манипуляции уже проводят у амфибий, рыб, мышей. Разрабатываются методы получения генетических копий выдающихся по продуктивности и устойчивости к болезням животных;
3. решается проблема защиты наследственности человека и животных от мутагенного действия радиации и химических мутагенов среды;
4. исследуются вопросы борьбы с наследственными болезнями у человека и животных, создания линий, пород, устойчивых к болезням.

1.2 Лекция №2 (2 часа)

Тема: «Цитологические основы наследственности»

1.2.1 Вопросы лекции:

1. Клетка как генетическая система (Кариотип. Геном)
1. Митоз
1. Мейоз

1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Клетка как генетическая система (Кариотип. Геном).

Организм животных состоит из миллиардов клеток, и все они ведут начало от двух половых клеток (гамет) — отцовского сперматозоида и материнской яйцеклетки. При слиянии гамет — оплодотворении начинаются сложные процессы размножения, деления клеток и их структур, дифференциации тканей, формирования органов, становления видовых, породных и индивидуальных особенностей будущих телят, жеребят, поросят и т. д. Эти процессы реализуются под строгим генетическим контролем. Существуют материальные носители наследственности, которые локализованы главным образом в ядрах клеток. Важную роль в реализации генетической программы выполняют органоиды клетки: рибосомы, митохондрии. Анализ генетических структур клеток, их количественной и качественной изменчивости составляет предмет исследований цитогенетики. В последнее время возникло новое направление — ветеринарная цитогенетика, основная задача которой — изучение распространения хромосомной патологии в породах животных.

2. Митоз

В основе роста и дифференцировки органов и тканей животных лежит размножение клеток, смена одного клеточного поколения на другое. Клетки тела, или соматические клетки, разных поколений содержат одинаковое количество генетического материала, что обеспечивается особым механизмом деления, получившим название митоз.

В процессе митоза выделяют две основные стадии — интерфазу и собственно митоз.

Интерфаза предшествует митозу. В ней выделяют три периода:

- 1) пресинтетический (G₁);
- 2) синтетический (S) и
- 3) постсинтетический (G₂). В G₁-периоде в клетке происходит накопление белка, РНК и других продуктов, необходимых для образования клеточных структур и последующего деления. В течение S-периода синтезируется ДНК и происходит ауторепродукция (самоудвоение) хромосом, что приводит к возникновению второй хроматиды. В G₂-периоде продолжается синтез ДНК и белков, накапливается энергия.

Время прохождения клетками разных периодов интерфазы неодинаково. Так, по данным Л. В. Трофимовой, клетки костного мозга кур проходят периоды G₁, S, G₂ и митоза соответственно за 6, 7, 8 и 23 ч. ДНК в хромосомах также синтезируется с разной скоростью. Например, у коров наибольшей скоростью репликации характеризуется 14-я хромосома. Задержка в репликации (синтезе) ДНК на отдельных хромосомах может быть причиной возникновения патологии у животных.

Вслед за интерфазой начинается деление клетки — митоз. Выделяют четыре стадии митоза: профазу, метафазу, анафазу, телофазу. При изучении митоза основное внимание уделяется поведению хромосом. В профазе хромосомы представляют собой клубок длинных тонких хроматиновых нитей. К концу этой фазы митоза длина их уменьшается за счет спирализации примерно в 25 раз, наблюдается также разрушение ядрышка. Предполагают, что вещество ядрышка участвует в образовании веретена деления. Нити веретена прикрепляются к центриолям, которые в этот период уже разделились и находятся на противоположных полюсах клетки. Завершается профаза разрушением ядерной оболочки клетки.

В метафазе утолщенные спирализованные хромосомы перемещаются в экваториальную плоскость клетки. В этот момент они имеют характерную для каждой из них форму, удобную для цитогенетического анализа.

Началом анафазы считают момент разделения удвоенных хромосом на хроматиды, которые затем расходятся к противоположным полюсам клетки.

Во время телофазы сестринские хроматиды достигают противоположных полюсов и деспирализуются. Так формируются два дочерних ядра. Наряду с делением материнского ядра происходит деление цитоплазмы, образование оболочек клеток.

Таким образом, в процессе митоза из одной материнской клетки возникают две дочерние, содержащие такой же набор хромосом, как и у исходной клетки. Основное биологическое значение митоза состоит в точном распределении хромосом между двумя дочерними клетками, тем самым сохраняются преемственность хромосомного набора в ряду клеточных поколений и полноценность генетической информации каждой клетки, что необходимо для осуществления общих и специфических функций живого организма.

3. Мейоз

Процесс развития половых клеток носит название гаметогенез. У самцов этот процесс называется спермиогенезом, а у самок - овогенезом. Половые клетки в развитии последовательно проходят следующие стадии: размножения, роста, созревания и формирования. В стадии размножения клетки интенсивно делятся митотическим путем. В стадии роста клетки накапливают питательные вещества, особенно при овогенезе.

Наиболее ответственный момент с точки зрения генетики при образовании половых клеток — мейоз — процесс редукционного и эквационного деления ооцитов и сперматоцитов, в результате которого образуются половые клетки с гаплоидным набором хромосом. Рассмотрим наиболее важные моменты поведения хромосом в мейозе. В этом процессе выделяют две стадии деления: 1) редукционную и 2) эквационную.

Непосредственно перед мейозом клетки половых желез находятся в интерфазе.

Редукционное деление начинается с профазы I, которая, подразделяется на пять фаз. На первой стадии профазы I — лептотемы хромосомы деспирализированы, они в 2—5 раз длиннее метафазных. Под электронным микроскопом можно видеть, что они состоят из двух хроматид, соединенных центромерой. На следующей стадии — зиготемы наблюдаются притяжение и слияние (конъюгация) гомологичных хромосом. Каждая пара конъюгирующих хромосом образует бивалент, а по числу хроматид — тетраду. На этой стадии происходит образование синаптонемного комплекса (СК), входящего в состав бивалента. Нарушение формирования СК между гомологичными хромосомами наблюдают у гетерозиготных носителей хромосомных aberrаций. Далее, на стадии пахинемы, происходят утолщение и укорочение хромосом, так что сестринские хроматиды становятся хорошо различимыми, на отдельных из них можно видеть и ядрышки.

Следующая фаза — диплонема характеризуется тем, что конъюгирующие хромосомы начинают отталкиваться и постепенно расходятся от центромеры к концам. При этом образуются характерные фигуры, напоминающие греческую букву «хи» (х) и получившие вследствие этого название хиазмы. В точках соприкосновения гомологичных хромосом возникают разрывы. Они могут быть одинарными, двойными и более сложными. В результате разрывов образуются фрагменты хроматид, которые затем могут воссоединяться на другой хромосоме, изменяя тем самым комбинацию генетического материала в клетке.

Обмен участками между гомологичными хромосомами получил название *кроссинговера*.

На последней стадии профазы I— диакинезе происходит резкое укорочение хромосом, так что к концу этой стадии хроматиды остаются связанными только на концевых участках. Этим и заканчивается профаза I. Необходимо отметить, что при более детализированном изучении мейоза в профазе выделяют и другие промежуточные стадии, например пролептонему, диктионему и т. д.

На стадии метафазы I биваленты располагаются в плоскости экватора центромерами к противоположным полюсам. Силы отталкивания здесь увеличиваются.

В анафазе I начинается расхождение гомологичных хромосом к противоположным полюсам, которое носит случайный характер. Каждая из пар гомологичных хромосом имеет одинаковую вероятность распределения в одну из двух дочерних клеток.

В телофазе I хромосомы достигают полюсов клетки. Затем восстанавливаются ядерная оболочка и ядрышко, хромосомы деконденсируются. В конце телофазы делится цитоплазма (цитокinesis) и образуются две дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом.

Отличительной особенностью первой стадии мейоза является то, что в период анафазы сами хромосомы не делятся на хроматиды, как при митозе, а лишь расходятся гомологичные пары хромосом к разным полюсам клетки и формируются две дочерние клетки с редуцированным наполовину набором хромосом, состоящим, однако, из двух хроматид.

Между первой и второй стадиями мейоза имеется непродолжительный период покоя — интеркинез, во время которого не происходит репродукции хромосом.

Эквационное, или уравнительное, деление аналогично митозу, где клетки последовательно проходят четыре фазы: профазу II, метафазу II, анафазу II, телофазу II. На стадии анафазы II хромосомы разделяются на две хроматиды, которые затем с помощью нитей веретена расходятся к противоположным полюсам. На стадии телофазы II заканчивается формирование еще двух клеток. В результате после двух последовательных, стадий мейоза из каждой клетки образуются четыре новые с гаплоидным набором хромосом.

Таким образом, в результате двух мейотических делений из одной клетки с диплоидным набором хромосом образуются четыре клетки с гаплоидным набором хромосом и в 2 раза меньшим, чем в соматических клетках, содержанием ДНК. Вероятностный характер распределения материнских и отцовских гомологичных хромосом в разные клетки позволяет создать новые комбинации негомологичных хромосом в яйцеклетках и спермиях, чем достигается огромное число новых сочетаний наследственной информации.

Новые сочетания генетической информации возникают вследствие кроссинговера. Каждая из хромосом в метафазе I содержит участки, происходящие от отцовских и материнских хромосом. Рекомбинации хромосом при кроссинговере и вероятностное распределение их по клеткам - причины наследственной изменчивости организма. Мейоз, оплодотворение и митоз обеспечивают поддержание постоянства числа хромосом в смежных поколениях видов. В этом их биологическое значение.

Отличительная особенность мейоза у самок — образование в первом и втором мейотических делениях, так называемых полярных телец, которые впоследствии дегенерируют и в размножении не участвуют. Неравные деления в овогенезе

обеспечивают яйцеклетке необходимое количество цитоплазмы и запасного желтка, чтобы она могла выжить после оплодотворения. В отличие от спермиогенеза, который у самцов происходит как во внутриутробный (пренатальный) период, так и после рождения (постнатальный период), у самок яйцеклетка после рождения не образуется. Однако к концу пренатального периода у самок накапливается огромное количество овоцитов (у коров, например, десятки тысяч), а созревают и дают начало развитию потомства лишь немногие из них. Этот резерв генетического материала, особенно у малопродуктивных животных, таких, как крупный рогатый скот, в настоящее время начинают использовать для искусственного стимулирования созревания многих яйцеклеток, последующего их оплодотворения и пересадки (трансплантации) специально подготовленным коровам-реципиентам. Таким образом, от одной ценной коровы в год можно получить не одного, а несколько телят.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).

Тема: «Клетка как целостная самовоспроизводящая система»

2.1.1 Цель работы:

1. Изучить предмет, задачи и объект исследования ветеринарной генетики, связь генетики с другими науками.

1.1.1 Задачи работы:

1. Основные вехи в истории генетики.
2. Роль ядра и органелл цитоплазмы в передаче наследственной информации.
3. Решение и оформление генетических задач.

2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.
8. Микропрепараты митотические пластинки с/х. животных.
9. Модель ДНК.
10. Программа КариоТест

2.1.4 Описание (ход) работы:

Основные вехи в истории генетики

Середина 18 – начало 21 века	Первые попытки научного объяснения причин наследственности и изменчивости
1763–1851 гг.	Французский исследователь ввел представление о контрастных или альтернативных признаках
1856–1865 гг.	Работы Г. Менделя по гибридизации растений – первый научный шаг в изучении наследственности.
1865 г.	Вышла в свет работа Г. Менделя «Опыты над растительными гибридами», в которой изложены закономерности наследования, открытые им в результате восьмилетних исследований на различных сортах гороха.
1900 г.	К. Корренс, Г. Де Фриз и К. Чермак, проводя эксперименты на различных объектах, заново переоткрыли основные законы наследования признаков, открытые Г. Менделем.
1901–1903 г.г.	Была разработана мутационная теория Г. де Фриза.
1906 г.	Генетики в США и Европе начинают работать с плодовой мушкой дрозофилой.
1911 г.	Т. Морган сформулировал хромосомную теорию наследственности в ее первом представлении.
1920 г.	Н.И. Вавилов сформулировал закон гомологических рядов наследственной изменчивости.
1929 г.	А.С. Серебровский и Н.П. Дубинин доказали сложную структуру гена.
1933 г.	Т. Мограну, первому среди профессиональных биологов, была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине
1944 г.	Американскими биохимиками (О.Эверин и др.) было установлено, что носителем свойства наследственности является ДНК.
1953 г.	Расшифрована структура ДНК Ф. Криком и Д. Уотсоном
1955–1960 г.г.	Выяснение природы генетического материала и основных закономерностей сохранения генетической информации, ее передачи и реализации в молекулярные признаки (белки)
1962 г.	Английский физик ф. Крик и биофизик М. Уилкине, и американский биофизик Д. Уотсон получают Нобелевскую премию за открытие структуры нуклеиновых кислот и их роли в наследственной передаче признаков организма.
1968 г.	Американским биохимикам Р. Холи, Х. Коранс, М. Ниренбергу присуждена Нобелевская премия за расшифровку генетического кода и его роли в синтезе белка.
1980–1990 г.г.	Первые геномные проекты и начало и начало их реализации. Механизмы регуляции генной активности, проблемы генетического контроля за формирование признаков. Развитие медицинских аспектов генетики.
1997 г.	Первое клонированное животное (овечка Долли), полученное из ядра взрослой соматической клетки; собственное ядро ооцита было заменено на ядро клетки из культуры эпителиальных клеток молочной железы взрослой лактирующей овцы.
1990–2000 г.г.	Первые расшифрованные геномы прокариот (бактерий) и эукариот.

	Создание трансгенных организмов.
2001 г.	Расшифрован геном человека. Этические проблемы использования генетических технологий.

2. Роль ядра и органелл цитоплазмы в передаче наследственной информации.

Ядро осуществляет две группы общих функций: одну, связанную собственно с хранением генетической информации, другую – с ее реализацией. Ядро (лат. nucleus) — это один из структурных компонентов эукариотической клетки, содержащий генетическую информацию (молекулы ДНК), осуществляющий основные функции: хранение, передача и реализация наследственной информации с обеспечением синтеза белка.

В первую группу входят процессы, связанные с поддержанием информации в виде неизменной структуры ДНК. Важно, чтобы молекулы ДНК передавались из поколения в поколение стабильными, а поскольку это невозможно в силу мутагенеза, существуют репарационные механизмы на молекулярном уровне, т.е. самовосстановление первичной структуры. Существует световая репарация: при облучении видимым светом (УФ) активируется фермент, восстанавливающий первичную структуру ДНК за счет расщепления образовавшихся в мутированной молекуле димеров пиримидиновых оснований.

При темновой репарации происходит вырезание димеров пиримидинов с помощью эндонуклеазы, далее к интактной цепи ДНК присоединяются комплементарные нуклеотиды и цепь сливается лигазами с получением исходной структуры.

Чтобы дочерние клетки при делении (митозе) получили совершенно одинаковые в количественном и качественном отношении объемы генетической информации, в ядре должна пройти редупликация молекул ДНК, что и наблюдается в S-периоде интерфазы.

Во время образования половых клеток происходят рекомбинации генетической информации, что обеспечивает их генетическую разнородность при одинаковом количественном объеме (кроссинговер при редукционном делении).

Далее, в функции ядра входит распределение генетической информации между дочерними клетками, для чего в ядре происходит предварительная компактизация хромосом (выше описана).

Для реализации генетической информации требуется создание собственно аппарата белкового синтеза. Это включает синтез на молекулах ДНК разных информационных РНК, транспортных и рибосомных РНК. Кроме того в ядре эукариотических клеток происходит образование субъединиц рибосом путем образования комплексов рибосомных белков и рибосомных РНК, которые затем переходят в цитоплазму и на мембраны ЭПС, где и функционируют.

Коллинеарногенетическому коду, через транскрипцию и трансляцию, конечным результатом реализации генетической информации является синтез полипептидных цепей в рибосоме. Такая однонаправленность и универсальность может быть представлена в виде схемы, известной как «центральная догма молекулярной биологии» ДНК:

ДНК → репликация → ДНК → транскрипция → РНК → трансляция → полипептид → эпигенез → белок → признак.

Таким образом, ядро представляет собой не только вместилище генетической информации (хорошо защищенной ядерной мембраной), но и место где этот материал

воспроизводится и функционирует. Поэтому выпадение или нарушение любой из перечисленных функций губительно для клетки в целом. Так, нарушение репарационных процессов будет приводить к изменению первичной структуры белков до несвойственных данной клетке, что проявится в виде патологии или гибели.

Важнейшая роль цитоплазмы — объединение всех клеточных структур (компонентов) и обеспечение их химического взаимодействия. Она выполняет и другие функции, в частности, поддерживает тургор клетки.

В процессе реализации заключенной в ядерных генах генетической информации важную роль играет цитоплазма клетки. Именно в цитоплазме осуществляется синтез белковых молекул на основе информации, закодированной в молекулах ядерной ДНК. Одновременно некоторые структурные элементы цитоплазмы могут хранить и передавать по наследству определенную долю генетической информации, не связанной с ядром. Такой способ передачи генетической информации называется цитоплазматической, или нехромосомной, наследственностью.

Цитоплазматическая наследственность связана с действием генов, локализованных в таких элементах цитоплазмы, которые содержат ДНК, способны к автономной репликации и равномерному распределению между дочерними клетками. Важнейшими из них являются пластиды, митохондрии и плазмиды.

2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).

Тема: «Передача наследственной информации в процессе размножения клеток»

2.2.1 Цель работы:

1. Изучить стадии митоза и процессы происходящие при мейозе.
2. Рассмотреть основные различия между сперматогенезом и оогенезом.

2.2.2 Задачи работы:

1. Митотический цикл и митоз.
2. Передача наследственной информации при половом размножении.
3. Выполнение рисунков. Заполнение таблиц.

2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.
8. Микропрепараты митотические пластинки с/х. животных.
9. Модель ДНК.
10. Программа КариоТест

2.2.4 Описание (ход) работы:

1. Митотический цикл и митоз.

Под малым увеличением микроскопа находят на продольном срезе зону, в которой имеется много делящихся клеток. Она расположена, несколько отступя от конца корешка. Затем переводят микроскоп на большое увеличение и находят различные фазы митоза.

Процесс митоза принято подразделять на четыре основные фазы: *профазу*, *метафазу*, *анафазу* и *телофазу* (рис. 1–3). Так как он непрерывен, смена фаз осуществляется плавно — одна незаметно переходит в другую.

В профазе увеличивается объем ядра, и вследствие спирализации хроматина формируются хромосомы. К концу профазы видно, что каждая хромосома состоит из двух хроматид. Постепенно растворяются ядрышки и ядерная оболочка, и хромосомы оказываются беспорядочно расположенными в цитоплазме клетки. Центриоли расходятся к полюсам клетки. Формируется ахроматиновое веретено деления, часть нитей которого идет от полюса к полюсу, а часть — прикрепляется к центромерам хромосом. Содержание генетического материала в клетке остается неизменным ($2n4c$).

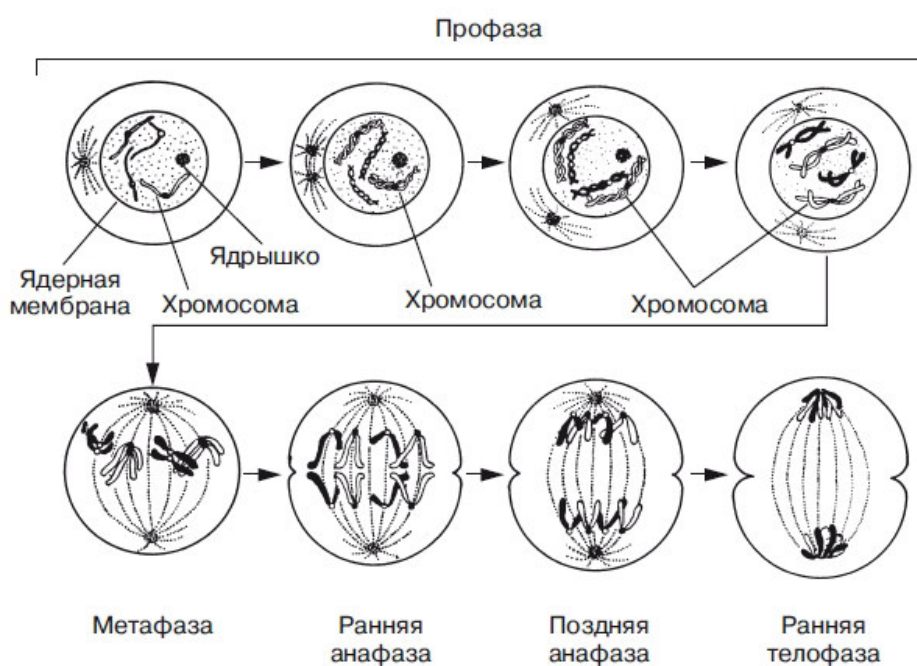


Рис. 1. Схема митоза в клетках корешка лука

В метафазе хромосомы достигают максимальной спирализации и располагаются упорядоченно на экваторе клетки, поэтому их подсчет и изучение проводят в этот период. Содержание генетического материала не изменяется ($2n4c$).

В анафазе каждая хромосома «расщепляется» на две хроматиды, которые с этого момента называются дочерними хромосомами. Нити веретена, прикрепленные к центромерам, сокращаются и тянут хроматиды (дочерние хромосомы) к противоположным полюсам клетки. Содержание генетического материала в клетке у каждого полюса представлено диплоидным набором хромосом, но каждая хромосома содержит одну хроматиду ($4n4c$).

В телофазе расположившиеся у полюсов хромосомы деспирализуются и становятся плохо видимыми. Вокруг хромосом у каждого полюса из мембранных структур цитоплазмы формируется ядерная оболочка, в ядрах образуются ядрышки. Разрушается веретено деления. Одновременно идет деление цитоплазмы. Дочерние клетки имеют диплоидный набор хромосом, каждая из которых состоит из одной хроматиды ($2n2c$).

2. Передача наследственной информации при половом размножении.

На препаратах яичников взрослых кроликов половые клетки – ооциты находятся на стадиях диплотены и диакинеза, которые и следует изучить. При рассмотрении под малым увеличением микроскопа препарата можно найти растущий фолликул, окруженный двумя или несколькими слоями фолликулярного эпителия, но не имеющий внутренней полости.

В профазе мейоза I происходит постепенная спирализация хроматина с образованием хромосом. Гомологичные хромосомы сближаются, образуя общую структуру, состоящую из двух хромосом (бивалент) и четырех хроматид (тетрада). Соприкосновение двух гомологичных хромосом по всей длине называется конъюгацией. Затем между гомологичными хромосомами появляются силы отталкивания, и хромосомы сначала разделяются в области центромер, оставаясь соединенными в области плеч, и образуют перекресты (хиазмы). Расхождение хроматид постепенно увеличивается, и перекресты смещаются к их концам. В процессе конъюгации между некоторыми хроматидами гомологичных хромосом может происходить обмен участками — кроссинговер, приводящий к рекомбинации генетического материала. К концу профазы растворяются ядерная оболочка и ядрышки, формируется ахроматиновое веретено деления. Содержание генетического материала остается прежним ($2n2x$).

В метафазе мейоза I биваленты хромосом располагаются в экваториальной плоскости клетки. В этот момент спирализация их достигает максимума. Содержание генетического материала не изменяется ($2n2x$).

В анафазе мейоза I гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид, окончательно отходят друг от друга и расходятся к полюсам клетки. Следовательно, из каждой пары гомологичных хромосом в дочернюю клетку попадает только одна — число хромосом уменьшается вдвое (происходит редукция). Содержание генетического материала становится $1n2x$ у каждого полюса.

В телофазе происходит формирование ядер и разделение цитоплазмы — образуются две дочерние клетки. Дочерние клетки содержат гаплоидный набор хромосом, каждая хромосома — две хроматиды ($1n2x$).

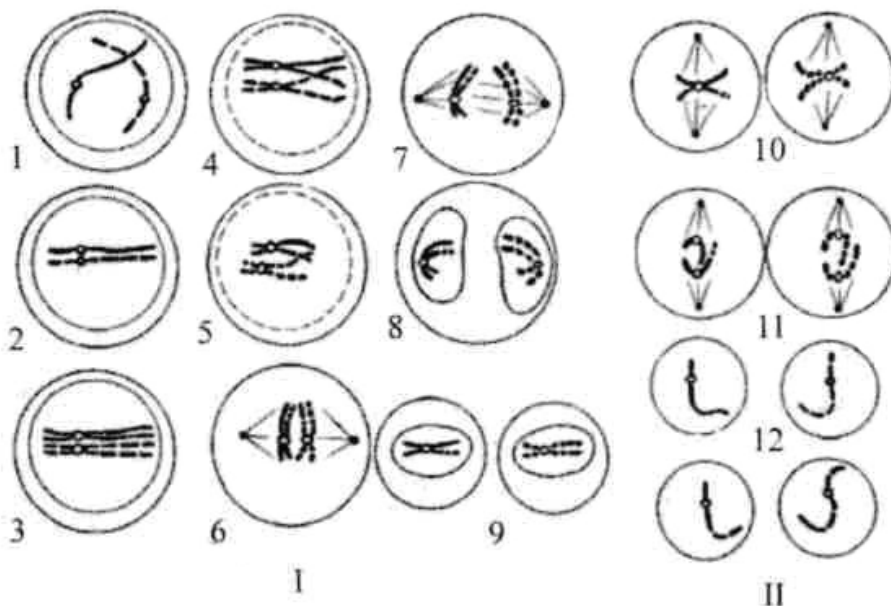


Рис. 1. *Схема мейоза (показана одна пара гомологичных хромосом). Мейоз I: 1, 2, 3, 4, 5 — профазы; 6 — метафаза; 7 — анафаза; 8 — телофаза; 9 — интеркинез. Мейоз II; 10 — метафаза; 11 — анафаза; 12 — дочерние клетки.*

В профазе мейоза II происходят те же процессы, что и в профазе митоза. В метафазе хромосомы располагаются в экваториальной плоскости. Изменений содержания генетического материала не происходит ($1n2x$). В анафазе мейоза II хроматиды каждой хромосомы отходят к противоположным полюсам клетки, и содержание генетического материала у каждого полюса становится $1n1x$. В телофазе образуются 4 гаплоидные клетки ($1n1x$).

Таким образом, в результате мейоза из одной диплоидной материнской клетки образуются 4 клетки с гаплоидным набором хромосом. Кроме того, в профазе мейоза I происходит рекомбинация генетического материала (кроссинговер), а в анафазе I и II — случайное отхождение хромосом и хроматид к одному или другому полюсу. Эти процессы являются причиной комбинативной изменчивости.

2.3 Лабораторная работа №3 (2 часа).

Тема: «Законы Г.Менделя»

2.3.1 Цель работы:

1. Изучение закономерностей наследования при моногибридном скрещивании. В процессе постановки опыта осмыслить первый и второй закон Менделя.
2. Ознакомление с закономерностями наследования признаков при дигибридном скрещивании. Осмысление третьего закона Менделя.

2.3.2 Задачи работы:

1. Моно- и дигибридное скрещивание.
2. Полигибридное скрещивание.
3. Решение генетических задач.

2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.
8. Микропрепараты митотические пластинки с/х. животных.
9. Модель ДНК.
10. Программа КариоТест

2.3.4 Описание (ход) работы:

1. Моно- и дигибридное скрещивание.

При изучении наследования признаков путем гибридологического анализа берут гомозиготных особей по изучаемым признакам, проверенных на чистоту генетического материала.

Для эксперимента взяли самок дикой расы дрозофилы, имеющей доминантный признак (длинные крылья), и самца мутантной линии имеющей рецессивный признак (зачаточные крылья). Особи, имеющие одинаковые гены аллельной пары (AA,aa), полученные от матери и отца, называются **гомозиготными**. При размножении таких особей расщепления не происходит. Особи, имеющие разные гены аллельной пары (Aa), называются **гетерозиготными**. При размножении гетерозиготных особей происходит расщепление признаков.

Первый закон Менделя. При скрещивании гомозиготных организмов, отличающихся друг от друга одной или несколькими парами аллельных генов, все первое поколение гибридов фенотипически и генотипически единообразно и имеет доминантный признак.

Все потомство мух в реципрокных скрещиваниях имеет длинные крылья, т.к гены, контролирующие развитие изучаемого признака, находятся в соматических хромосомах, а поэтому не имеет значения, кто из родителей имеет тот или иной признак.

Второй закон Менделя. При скрещивании гетерозиготных особей первого поколения между собой во втором поколении наблюдается расщепление признаком в соотношении 3 доминантных : 1 рецессивный. Расщепление по генотипу составляет 1:2:1, т.е 1 гомозиготный доминант к 2 гетерозиготным и к 1 рецессивному.

Для дигибридного скрещивания берут линии с аутосомными рецессивными мутациями, гены которых находятся в разных хромосомах. Кроме указанных выше линий, для дигибридного скрещивания можно использовать и другие: черные с глазами цвета коновари, с нормальными крыльями и коричневыми глазами.

2. Полигибридное скрещивание.

Третий закон Менделя (правило независимого наследования признаков) Генетически обусловленные признаки наследуются независимо друг от друга, сочетаясь во всей возможных комбинациях (исключение – наследование сцепленных признаков). Несмешивание аллелей каждой пары альтернативных признаков в гаметах гибридного организма называют чистой гаметой. В основе этого явления лежит механизм мейоза.

3. Решение генетических задач.

Иллюстрации первого и второго законов Менделя

Задача 1

Ген черной масти у крупнорогатого скота доминирует над геном красной масти. Какое потомство F1 получится от скрещивания чистопородного черного быка с красными коровами? Какое потомство F2 получится от скрещивания между собой гибридов?

Решение

A – ген черной масти,

a – ген красной масти.

1. Красные коровы несут рецессивный признак, следовательно, они гомозиготны по рецессивному гену и их генотип – aa.

2. Бык несет доминантный признак черной масти и является чистопородным, т.е. гомозиготным. Следовательно, его генотип – AA.

3. Гомозиготные особи образуют один тип гамет, поэтому черный бык может продуцировать только гаметы, несущие доминантный ген A, а красные коровы несут только рецессивный ген a.

4. Они могут сочетаться только одним способом, в результате чего образуется

единообразное поколение F1 с генотипом Aa.

5. Гетерозиготы с равной вероятностью формируют гаметы, содержащие гены А и а. Их слияние носит случайный характер, поэтому в F2 будут встречаться животные с генотипами AA (25%), Aa (50%) и aa (25%), то есть особи с доминантным признаком будут составлять примерно 75%.

Ответ: При скрещивании чистопородного черного быка с красными коровами все потомство будет черного цвета. При скрещивании между собой гибридов F1 в их потомстве (F2) будет наблюдаться расщепление: 3/4 особей будет черного цвета, 1/4 – красного.

Задача 2

Гладкая окраска арбузов наследуется как рецессивный признак. Какое потомство получится от скрещивания двух гетерозиготных растений с полосатыми плодами?

2. Выяснение генотипов организмов по генотипам и фенотипам родителей и потомков. При решении таких задач необходимо помнить, что генотип особей с рецессивным признаком известен – они гомозиготны. Наличие доминантного или рецессивного гена у организмов, несущих доминантный признак (их гомо- или гетерозиготность), можно определить по генотипам их родителей или потомков, учитывая то, что один ген из каждой пары ребенок получает от отца, а второй – от матери.

Задача 3

Способность человека ощущать горький вкус фенилтиомочевина (ФТМ) – доминантный признак, ген которого (Т) локализован в 17-й аутосоме. В семье мать и дочь ощущают вкус ФТМ, а отец и сын не ощущают. Определить генотипы всех членов семьи.

Решение

1. Отец и сын не ощущают вкус ФТМ, т.е. несут рецессивный признак, следовательно, их генотип – tt.

2. Мать и дочь ощущают вкус, значит, каждая из них несет доминантный ген Т.

3. Одну хромосому ребенок получает от отца, другую – от матери. От отца дочь может получить только рецессивный ген t (поскольку он гомозиготен). Следовательно, генотип дочери – Tt.

4. В потомстве матери есть особь с генотипом tt, следовательно, она также несет рецессивный ген t, и ее генотип – Tt.

Ответ: Генотип матери и дочери – Tt, отца и сына – tt.

2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа).

Тема: «Морфологическое строение хромосом»

2.4.1 Цель работы:

1. Ознакомиться с морфологическим строением хромосом.
2. Изучить различные типы хромосом.

2.4.2 Задачи работы:

1. Строение хромосом.
2. Кариотипы сельскохозяйственных животных.
3. Выполнение рисунков. Заполнение таблиц.

2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.

5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.
8. Микропрепараты митотические пластинки с/х животных.
9. Модель ДНК.
10. Программа КариоТест

2.4.4 Описание (ход) работы:

1. Строение хромосом.

Диплоидное число хромосом у домашних свиней равно 38 (19 пар гомологичных хромосом). Обратите внимание на то, что каждая хромосома на этом рисунке расщеплена вдоль по всей длине на две хроматиды. Согласно классификации В.Н.Тихонова и А.И.Трошиной, по длине и положению центромеры хромосомы свиньи подразделяют на 4 группы (А, В, С, D)

В диплоидном наборе соматических клеток крупного рогатого скота содержится 60 хромосом (30 пар). На хорошо изготовленных препаратах и при удачном выборе метафазной пластинки подсчет хромосом не вызывает затруднения. Однако классификация хромосом трудна, т.к. аутосомы (29 пар) не отличаются друг от друга по положению центромеры. Все они относятся к акроцентрикам. Поэтому на практических занятиях следует ограничиваться лишь подсчетом числа хромосом и выявлением субметацентрических половых хромосом.

Хромосома - постоянный компонент ядра, отличающийся особой структурой, индивидуальностью, функцией и способностью к самовоспроизведению, что обеспечивает их преемственность, а тем самым и передачу наследственной информации от одного поколения растений и животных организмов к другому.

Размеры хромосом у разных организмов варьируют в широких пределах. Длина хромосом может колебаться от 0,2 до 50 мкм. Число хромосом у различных объектов также значительно колеблется, но характерно для каждого вида животных или растений. Совокупность числа, величины и морфологии хромосом называется **кариотипом** данного вида.

Хромосомы животных и растений представляют собой палочковидные структуры разной длины с довольно постоянной толщиной, у большей части хромосом удается легко найти зону первичной перетяжки, которая делит хромосому на два плеча. В области первичной перетяжки находится **центромера**, где расположен **кинетохор**. Некоторые хромосомы имеют **вторичную перетяжку**.

В конце интерфазы каждая хромосома состоит из двух сестринских хроматид. Каждая из них, в свою очередь, состоит из двух половинок – полухроматид или хромонем. Хромонемы содержат уплотненные участки – хромомеры, которые в световом микроскопе имеют вид темноокрашенных гранул. Их число, положение и величина в обеих хроматидах одинаковы и для каждой хромосомы относительно постоянны. Расстояния между хромомерами называются межхромомерными участками.

Когда говорят о морфологии хромосом, то принимают во внимание следующие признаки: длину плеч, положение центромеры, наличие вторичной перетяжки или спутника. Спутники разных хромосом отличаются по форме, величине и длине нити, соединяющей их с основным телом.

Спутник – это хромосомный сегмент, чаще всего гетерохроматический, расположенный дистально от вторичной перетяжки. По классическим определениям спутник – сферическое тельце с диаметром, равным диаметру хромосомы или меньше его, которое связано с хромосомой тонкой нитью. Выделяют следующие 5 типов спутников:

1. **микроспутники** – сфероидальной формы, маленькие спутники с диаметром вдвое или еще меньше диаметра хромосомы;
2. **макроспутники** – довольно крупные формы спутников с диаметром, превышающим половину диаметра хромосомы;
3. **линейные С.** – спутники, имеющие форму длинного хромосомного сегмента. Вторичная перетяжка значительно удалена от терминального конца;
4. **терминальные С.** – спутники, локализованные на конце хромосомы;
5. **интеркалярные С.** – спутники, локализованные между двумя вторичными перетяжками.

2. Кариотипы сельскохозяйственных животных.

Анализ хромосом в клетках животных и растений разных видов позволил выявить ряд общих закономерностей, имеющих важное значение при изучении явлений наследственности и изменчивости. Установлено, что количество хромосом в клетках разных тканей одного вида одинаково. Например, у домашней мыши подсчитывали число хромосом в клетках костного мозга, селезенки, лимфатических узлов, печени, почек, слюнной железы, пейеровых бляшек, роговицы, эпителия кишечника; все они содержали по 40 хромосом. Форма и размеры хромосом в пределах вида также постоянны. Каждая хромосома в клетке отличается от других хромосом по внешнему строению и функциональным особенностям, т. е. индивидуальностью, которая сохраняется от одной генерации клеток к другой и передается от родителей к потомкам.

В соматических клетках хромосомы парные, а набор хромосом в них диплоидный (2n). Пары одинаковых по форме и величине хромосом называют гомологичными. Парность хромосом возникает при слиянии (оплодотворении) мужской и женской половых клеток, которые содержат гаплоидный набор хромосом (n). Таким образом, к закономерностям строения хромосомных наборов можно отнести постоянство числа хромосом, парность, индивидуальность и непрерывность хромосом. Изучение хромосомных наборов у самцов и самок одного вида показывает, что различаются они только по одной паре хромосом. Их обозначают X (икс) и Y (игрек).

Другими словами, хромосомы, по-разному представленные у двух полов и противоположно участвующие в генетическом контроле половой дифференциации и половых функций, называют половыми хромосомами или гонадами; хромосомы, одинаковые у разных полов, — аутозомами.

При анализе наборов хромосом в клетках разных видов были выявлены различия по числу хромосом или их строению либо те и другие одновременно. Совокупность количественных и структурных особенностей диплоидного набора хромосом вида получила название кариотипа. По определению С. Г. Навашина, кариотип — это структура — своеобразная формула вида. В кариотипе заложена генетическая информация особи, изменения которой влекут за собой изменения признаков и функций организма данной особи или ее потомства. Поэтому так важно знать особенности нормального строения хромосом, чтобы при возможности суметь выявить изменения в кариотипе.

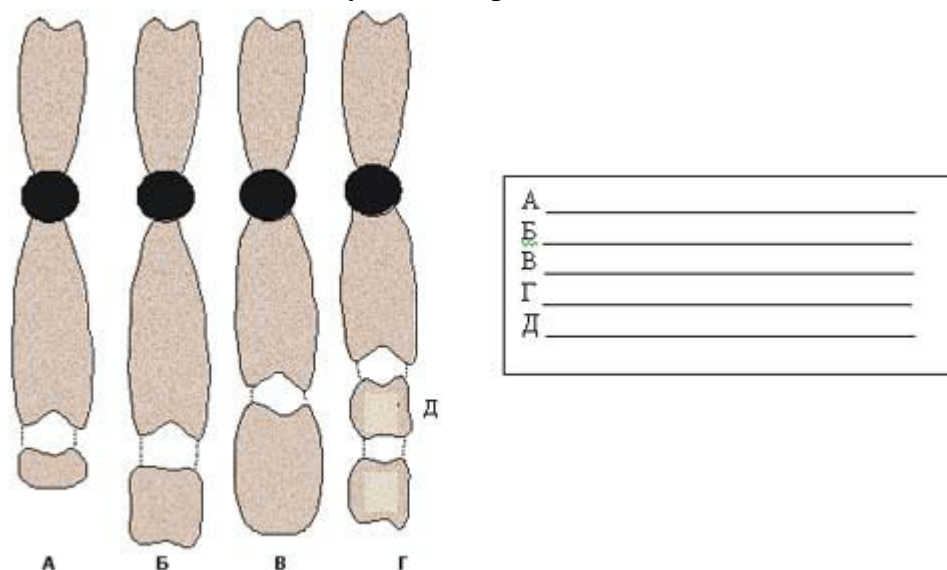
Для анализа хромосом важное значение имеет микрофотографирование. Оно позволяет детально изучить морфологию, подсчитать число хромосом в метафазной пластинке, измерить каждую из них. После визуальной оценки, измерений хромосомы можно вырезать и разложить по парам гомологов (идиограмма) в порядке убывающей величины (рис. 4). В таблице 1 дана характеристика кариотипов основных видов сельскохозяйственных животных.

Вид животного	Число хромосом (2n)	В том числе по форме			
		Аутосомы		Половые хромосомы	
		мета-центрического и субмета-центрического типов	ахро-центрического типа	мета-центрического и субмета-центрического типов	ахро-центрического типа
Европейский крупный рогатый скот (<i>Bos taurus</i> L.)	60		58	XY	
Азиатский крупный рогатый скот (<i>Bos indicus</i>)	60		58	X	Y
Коза (<i>Capra hircus</i>)	60		58	Y	X
Овца (<i>Ovis aries</i>)	54	6	46	Y	X
Домашняя свинья (<i>Sus scrofa domestica</i>)	38	24	12	XY	
Лошадь (<i>Equus caballus</i>)	64	26	36	X	Y
Кавказский буйвол (<i>Bubalus bubalis</i>)	50	10	38		X, Y
Як (<i>Bos grunniens</i>)	60		58	XY	
Верблюд двугорбый (<i>Camelus bactrianus</i>)	74	12	60	XY	
Осел (<i>Equus asinus</i>)	62	40	20	XY	
Зубр (<i>Bison bison</i>)	60		58	XY	
Дикий кабан (<i>Sus scrofa scrofa</i>)	36	26	8	XY	
Северный олень (<i>Rangifer tarandus</i>)	70		68	XY	
Кошка (<i>Felis catus</i>)	36				
Собака (<i>Canis</i>)	78				
Куры (<i>Gallus gallus domesticus</i>)	78				
Индийки (<i>Meleagris gallopago</i>)	80				
Утки (<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>)	80				
Гуси (<i>Anser anser</i>)	82				

15

3. Выполнение рисунков. Заполнение таблиц.

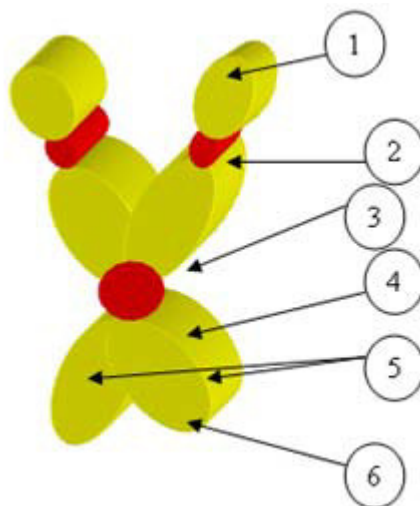
Задание 1: Подпишите названия спутников хромосом.



Вторичная перетяжка, соединяющая спутник с телом хромосомы, способна к участию в процессе формирования и сборки ядрышек. Такая вторичная перетяжка поэтому называется еще **ядрышковым организатором**.

Спутник вместе с вторичной перетяжкой составляют **спутничный район**. Вторичные перетяжки могут быть у одних хромосом на длинном плече, у других - на коротком. Концевые участки хромосомы называют **теломерами**. Особенность их состоит в том, что они не способны к соединению с другими участками хромосом.

Задание 2: Подпишите рисунок, указав все части хромосомы.



1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____

Нормальная длина каждой хромосомы и суммарная длина всех хромосом кариотипа постоянна. Морфология хромосомы определяется в первую очередь положением центromеры. В соответствии с местом расположения центromеры выделяют основные формы хромосом: метацентрические, субметацентрические, акроцентрические и изохромосомы.

Метацентрические хромосомы отличаются тем что плечи у них одинаковой или почти одинаковой длины. **Субметацентрические** хромосомы имеют плечи разной длины. У **acroцентрических** хромосом центromера расположена к близко к одной из теломер.

Изохромосомы – моноцентрические хромосомы с двумя генетически идентичными плечами, появляющиеся как результат неправильного деления центromеры после разрыва и воссоединения сестринских хроматид в области центromеры.

Изохромосома имеет одинаковые плечи в результате деления центromеры по горизонтали. **Дицентрические и ацентрические** изохромосомы образуются после разрыва сестринских хроматид вне центromерной области и воссоединения их в центрические и ацентрический фрагменты.