Министерство образования и науки Республики Казахстан

Костанайский государственный университет им. А Байтурсынова

Аграрно-биологический факультет

Кафедра биологии и химии

Т. Ергалиев

**Генетика**

Методические указания

Костанай 2013

**ББК 28.04**

**Е 69**

Рецензенты:

к.б.н., доцент кафедры биологии и химии Султангазина Г.Ж.

к.б.н., доцент кафедры экологии Чехова Т.И.

к.с.-х.н., старший преподаватель кафедры биологии и химии Бейшова И.С.

Автор: преподаватель кафедры биологии и химии Ергалиев Т.М.

Е 69Ергалиев Т.М.

Генетика. Сборник задач. Методические укаазния по специальности 5В060700-Биология, 5В080100-Агрономия – Костанай 2013. – 56 с.

Методические указания по изучению дисциплины «Генетика». Костанай: КГУ им. А. Байтурсынова, 2013- 62 с.

Методические указания «Генетика» включают в себя руководство к выполнению практических работ.

Предназначены для студентов биологических и сельскохозяйственных специальностей; могут быть также рекомендованы преподавателям высших учебных заведений при проведении учебных занятий по генетике.

ББК 28.04

Утверждено и рекомендовано к изданию Методическим советом Аграрно-биологического факультета Костанайского государственного университета им. А. Байтурсынова.

\_\_ \_\_\_\_2013 г., протокол № \_\_.

УДК 575© Костанайский государственный

университет им. А. Байтурсынова

Содержание

[Введение 4](#_Toc358363126)

[1 Цитологические основы бесполого размножения 6](#_Toc358363127)

[2 Строение хромосом 8](#_Toc358363128)

[3 Цитологические основы полового размножения. Гаметогенез 11](#_Toc358363129)

[4 Возвратные скрещивания 14](#_Toc358363130)

[5 Дигибридное скрещивание. Третий закон Менделя 16](#_Toc358363131)

[6 Наследование признаков, сцепленных с полом. 21](#_Toc358363132)

[7 Молекулярные основы наследственности и изменчивости 23](#_Toc358363133)

[8 Модификационная изменчивость 28](#_Toc358363134)

[9 Геномные мутации 30](#_Toc358363135)

[10 Значение мутаций в селекции 32](#_Toc358363136)

[11 Использование искусственного мутагенеза в селекции 35](#_Toc358363137)

[12 Гетерозис 37](#_Toc358363138)

[13 Генетические основы эволюции. 39](#_Toc358363139)

[14 Генетический гомеостаз и полиморфизм популяций. 42](#_Toc358363140)

[15 Генетические основы индивидуального развития. 44](#_Toc358363141)

[Заключение 46](#_Toc358363142)

[Терминология 47](#_Toc358363143)

[Список использованной литературы 56](#_Toc358363144)

# Введение

В современный период развития мировой науки мы с полной уверенностью можем определить генетику как одну из основных биологических наук, так как установленные закономерности наследственности и изменчивости справедливы для всех организмов, а методы генетики приемлемы к любым биологическим исследованиям. Генетика - наука о наследственности и изменчивости организмов.

Современная генетика значительно расширила свои границы и разделилась на ряд специализированных областей, изучение которых представляет большие сложности и требует совершенствования учебников и учебных пособий. В настоящее время назрела необходимость в издании практикума по генетике для биологических специальностей, т. к. после последних изданий прошло более двух десятков лет, а совершенствование преподавания требует нового подхода к проведению практических занятий; усилению роли самостоятельной работы и систематическому контролю ее.

Дается теоретическое обоснование тем по каждому разделу генетики. Приведенные данные построены так, чтобы вызвать у студента интерес к самостоятельному изучению дополнительного материала, развития достаточного уровня теоретических знаний и логического мышления. Практикум предназначен для студентов ВУЗов биологических специальностей.

**Список рекомендуемой литературы:**

1. Ващенко, Т.Г. Генетика - Сборник задач / Т.Г. Ващенко, Н.Т. Павлюк, С.В. Гончаров Г.Г. Голева, И. А. Русанов. - Воронеж, 2004.
2. Генетика. Учеб.для вузов. / под ред. Академика РАСХН А.А.Жученко.- М.: КолосС, 2005. - 479 с.
3. Крестьянинов, В. Ю. Сборник задач по генетике с решениями : метод.пособие / В.Ю. Крестьянинов, Г.Б. Вайнер. - Саратов: Изд-во Лицей, 1998. - 110с.
4. Погиба, С.П. Генетика: учеб.пособие / С.П. Погиба, Г.А. Курносова, Е. В. Казанцева. - М.: Изд-во Московского гос. Ун-та леса, 2002. - 136с.

## 1 Цитологические основы бесполого размножения

**Цель:** изучить цитологические основы бесполого размножения

**План:**

1) Митоз

2) Амитоз

3) Эндомитоз

4) Политения

Пояснение к заданию

1) В основе бесполого и вегетативного размножения организмов лежит универсальный процесс — деление клетки.

Митоз. Деление клетки — центральный момент размножения организмов. В результате из одной клетки возникают две. Этот процесс состоит из двух основных этапов: деление ядра— митоз (кариокинез) и деление цитоплазмы — цитокинез.

В жизненном цикле клетка проходит шесть последовательных стадий: интерфазу, профазу, прометафазу, метафазу, анафазу и телофазу. Митотический цикл разделяется на интерфазу и митоз.

Между двумя последовательными делениями клетки ядро находится в стадии интерфазы. Метаболические процессы в ядре совершаются с наибольшей активностью: клетка готовится к делению. В ядре в это время видна сетчатая структура, составленная из тонких нитей — хромосом.

В профазе — хромосомы спирализуются и становятся видимыми в световом микроскопе как двойные нити. В интерфазе осуществляется репродукции хромосом, при котором каждая из материнских хромосом строит себе подобную — дочернюю. Сестринские хроматиды удерживаются вместе одним общим участком - центромерой (кинетохором).

В профазе хромосомы претерпевают процесс дальнейшей спирализации по оси, что приводит к их укорочению и утолщению.

В клетках животных в ранней интерфазе или в поздней телофазе предыдущего деления происходит удвоение центриоли, в профазе начинается расхождение дочерних центриолей к полюсам клетки. Между центриолями появляется пучок тонких нитей веретена деления - ахроматиновый аппарат.

Нити веретена имеют белковую природу, поэтому всегда перед их образованием в клетке идет интенсивный синтез и накопление белков. Признаками окончания профазы являются исчезновение ядрышек и оболочки ядра, в результате чего хромосомы оказываются в общей массе цитоплазмы и нуклеоплазмы, которые теперь образуют миксоплазму.

Прометафаза характеризуется движением хромосом к экваториальной плоскости клетки. Это движение и распределение хромосом на экваторе веретена деления получило название метакинеза.

Метафазой называют стадию расположения хромосом в экваториальной плоскости, перпендикулярной оси веретена. Хромосомы, расположенные в этой плоскости, образуют экваториальную, или метафазную, пластинку. Нити веретена приобретают более плотную консистенцию.

Анафазой называют следующую фазу митоза, в которой делятся центромеры, и сестринские хроматиды расходятся к полюсам. Расхождение хромосом в анафазе начинается одновременно и завершается очень быстро.

В телофазе дочерние хромосомы деспирализуются и утрачивают видимую индивидуальность. Образуется оболочка ядра. Затем восстанавливается ядрышко (ядрышки), в том же числе, в котором они были в родительских ядрах. Ядро реконструируется в обратном порядке.

Деление тела клетки - цитокинез начинается вслед за делением ядра. В животной клетке деление происходит путем перешнуровывания цитоплазмы по экватору материнской клетки от периферии к центру.

2) Амитоз. Прямое деление ядра, без образования ахроматинового веретена, называют амитозом. Деление происходит путем перешнуровывания ядра на две части; иногда из одного ядра образуется сразу несколько ядер. Амитоз встречается в клетках ряда специализированных и патологических тканей, например: в крахмалообразующих клетках картофеля, в клетках мышц при регенерации, в раковых клетках, у простейших и др.

3)Эндомитоз. Эндомитозом называют такой процесс, при котором репродукция хромосом в клетке не сопровождается делением ядра. Вследствие этого в клетке происходит умножение числа хромосом, иногда в десятки раз по сравнению с исходным. Эндомитоз встречается в интенсивно функционирующих клетках различных тканей как растений, так и животных.

4) Политения. Иногда воспроизведение хромосом происходит без увеличения их числа в клетке. Каждая хромосома многократно удваивается, но дочерние хромосомы остаются связанными между собой. Это явление называется политенией. Оно представляет собой частный случай эндомитоза. В результате политении диаметр хромосом заметно увеличивается. Число нитей в политенной хромосоме может достигать 1000—2000. В этом случае образуются так называемые гигантские хромосомы. Явление политении наблюдается в клетках ряда дифференцированных тканей и связано с особыми функциями ядра клетки. Поэтому политенияхарактерна для тканей определенных органов, например слюнных желез двукрылых, и для клеток некоторых растений.

**Контрольные вопросы:**

1. Процессы, происходящие во время митоза.
2. Амитоз, характеристика.
3. Определение термина эндомитоз.

## 2 Строение хромосом

**Цель:** изучить химическое и структурное строение хромосом.

**План:**

1) Химический состав хромосом

2) ДНК эукариотов

3) Классификация и функции хроматина

Пояснение к заданию.

1) Химический состав хромосом.

Изучение химической организации хромосом эукариотических клеток показало, что они состоят в основном из ДНК и белков, которые образуют нуклеопротеиновый комплекс—хроматин, получивший свое название за способность окрашиваться основными красителями.

Хромосомы - нуклеопротеидные структурные Элементы ядра клетки, содержащие ДНК, в которой заключена наследственная информация организма, способны к самовоспроизведению, обладают структурной и функциональной индивидуальностью и сохраняют её в ряду поколений.

Химический состав хромосом - ДНК- 40%, гистоновых белков - 40%. негистоновых - 20%, немного РНК, липидов, полисахаридов, ионов металлов.

Имеется 5 фракций основных гистоновых белков (Н1 , Н2А, Н2В, НЗ, Н4) и более 100 фракций кислых негистоновых белков.

Функции гистоновых белков: регуляторная (прочно соединяясь с ДНК препятствуют считыванию информации) и структурная (обеспечивают пространственную организацию ДНК в хромосомах, образуя нуклеогистон). Функции негистоновых белков: среди них есть ферменты, регулирующие следующие процессы:

• синтеза РНК (полимеразы) и процессинга РНК

• редупликации и репарации ДНК (геликаза, ДНК полимераза, эндонуклеаза, экзонуклеаза, лигаза)

• регуляторная функция, заключающаяся в «запрещении» или «разрешении» считывания информации с молекулы ДНК

2) ДНК эукариотов.

Днк эукариотических клеток представлена следующими фракциями:

а) уникальные последовательности генов (56%) - присутствуют в гаплоидном наборе в единственном числе, образуют основную часть структурных и регуляторных генов.

б) гены со средним числом повторов (8%) - 102 - 104 копии это структурные гены кодирующие первичную структуру гистонов или нуклеотидов рибосомальных и транспортных РНК.

в) многократно повторяющиеся гены (12%) - 106 копий - не транскрибируемая сателлитная ДНК, играющая роль спейсеров (фрагментов), разделяющих структурные и регуляторные гены.

г) блуждающие структурные гены, положение которых в хромосоме меняется в зависимости от жизненного цикла.

д) молчащие гены - реплицируются, но не транскрибируются. Участвуют в обеспечении структурной организации хроматина и в регуляции экспрессии генов.

3) Классификация и функции хроматина.

Различают гетеро- и эухроматин.

а) гетерохроматин:

• факультативный - образуется при спирализации одной из двух гомологичных хромосом. Типичным примером служит тельце полового хроматина, образуемого одной из двух Х-хромосом соматических клеток женских особей человека и млекопитающих. Функциональная роль факультативного гетерохроматина заключается в компенсации снижения дозы определенного гена.

• структурный - отличается высокоспирализованным состоянием, которое сохраняется на протяжении всего митотического цикла. Он занимает постоянные участки в гомологичных хромосомах - это фрагменты околоцентромерных, теломерных участков хромосом, Не содержит структурных генов (не транскрибируемый). Вероятно выполняет опорную функцию.

б) эухроматин - имеет менее компактную организацию, деспирализуется в конце митоза, образует слабоокрашенные нитчатые структуры и содержит структурные транскрибируемые гены: в каждой хромосоме свой порядок расположения эухроматина и гетерохроматина, что используется для идентификации отдельных хромосом в цитогенетике.

Как было доказано многочисленными исследованиями, ДНК является материальным носителем свойств наследственности и изменчивости и заключает в себе биологическую информацию — программу развития клетки, организма, записанную с помощью особого кода. Количество ДНК в ядрах клеток организма данного вида постоянно и пропорционально их плоидности. В диплоидных соматических клетках организма ее вдвое больше, чем в гаметах. Увеличение числа хромосомных наборов в полиплоидных клетках сопровождается пропорциональным увеличением количества ДНК в них.

Массовые соотношения ДНК:

гистоны: негистоновые белки: РНК: липиды — равны 1:1:(0,2—0,5):(0,1—0,15):(0,01—-0,03).

Другие компоненты встречаются в незначительном количестве.

**Контрольные вопросы**:

1. Какое соотношение структурных элементов в молекуле ДНК?

2. Что такое хроматин?

3. Дайте характеристику ДНК эукариотов.

## 3 Цитологические основы полового размножения. Гаметогенез

**Цель:** изучить типы полового размножения у различных организмов и процесс образования гамет.

**План:**

1) Виды полового размножения одноклеточных организмов

2) Виды полового размножения многоклеточных организмов

3) Гаметогенез

Пояснение к заданию

1) Виды полового размножения у одноклеточных организмов.

У одноклеточных организмов выделяют копуляцию и конъюгацию.

При копуляции половой процесс осуществляется с помощью специализированных половых клеток, — гамет.

Одни особи вида продуцируют мелкие «мужские» микрогаметы, а другие — крупные «женские» макрогаметы. При анизогамии и макро-, и микрогаметы снабжены жгутиками и подвижны. Копуляция происходит только между микро- и макрогаметами.

В колониях жгутиконосцев образуются крупные и неподвижные макрогаметы («яйцеклетки») и мелкие, веретеновидные, имеющие жгутик и подвижные микрогаметы («сперматозоиды»). Зрелые макрогаметы обладают большим объемом цитоплазмы с запасом питательных веществ и остаются в материнской колонии. Микрогаметы покидают ее и копулируют с макрогаметами других колоний. Из зигот формируются дочерние колонии, которые после разрушения материнской колонии переходят к самостоятельному существованию.

При копуляции происходят образование половых элементов и их попарное слияние. При этом две особи приобретают половые различия и полностью сливаются, образуя зиготу.

При конъюгации (например, у инфузорий) специальные половые клетки (половые особи) не образуются. У этих организмов имеются два ядра — макро- и микронуклеус. Обычно инфузории размножаются делением надвое. При этом микронуклеус сначала делится митотически. Из него формируются стационарное и мигрирующее ядра, имеющие гаплоидный набор хромосом. Затем две клетки сближаются, между ними образуется протоплазматический мостик. По нему происходит перемещение в цитоплазму партнера мигрирующего ядра, которое затем сливается со стационарным. Формируются обычные микро - и макронуклеусы, клетки расходятся. Так как при этом процессе не происходит увеличения количества особей, то говорят о половом процессе, а не о половом размножении.

2) Виды полового размножение многоклеточных организмов.

У животных часто встречается раздельнополость и половой диморфизм.

Половые клетки образуются в половых железах. Мелкие, снабженные жгутиком, подвижные сперматозоиды формируются в семенниках, а крупные неподвижные яйцеклетки (яйца) — в яичниках.

Процесс оплодотворения у многоклеточных организмов заключается в слиянии мужских и женских гамет и их ядер с образованием диплоидной зиготы (оплодотворенной яйцеклетки).

Различают наружное и внутреннее оплодотворение, перекрестное и самооплодотворение (гермафродиты). Цветковым растениям присуще двойное оплодотворение, при котором один спермий сливается с яйцеклеткой, а второй — с диплоидной центральной клеткой зародышевого мешка. В результате образуются зигота и триплоидная клетка, дающая начало эндосперму.

Партеногенез (девственное размножение) - открыт в середине XVIII в. швейцарским натуралистом Ш. Бонне. Развитие дочернего организма осуществляется из неоплодотворенной яйцеклетки. Образующиеся дочерние особи либо мужского пола (трутни у пчел), либо женского (у кавказских скальных ящериц), могут рождаться потомки обоих полов (тли, дафнии). Партеногенетические организмы могут быть гаплоидными (самцы пчел) или диплоидными (тли, дафнии).

Значение партеногенеза: размножение возможно при редких контактах разнополых особей; возрастает численность популяции (многочисленное потомство), встречается в популяциях с высокой смертностью в одном сезоне.

Виды партеногенеза:

1) облигатный партеногенез. Встречается в популяциях, состоящих исключительно из особей женского пола (у кавказской скалистой ящерицы);

2) циклический партеногенез (у тлей, дафний, коловраток). Встречается в популяциях, которые исторически вымирали в больших количествах в определенное время года. Сочетается с половым размножением. В летнее время существуют только самки, которые откладывают два вида яиц — крупные и мелкие. Из крупных яиц партеногенетически появляются самки, а из мелких — самцы, которые оплодотворяют яйца, лежащие зимой на дне. Из них появляются только самки; факультативный партеногенез. Встречается у общественных насекомых (ос, пчел, муравьев).

Гиногенез (у костистых рыб и некоторых земноводных). Сперматозоид проникает в яйцеклетку и стимулирует ее развитие. Ядро сперматозоида с ядром яйцеклетки не сливается и погибает, а источником наследственного материала для развития потомка служит ДНК ядра яйцеклетки.

Андрогенез. В развитии зародыша участвует мужское ядро, привнесенное в яйцеклетку, а ядро яйцеклетки при этом гибнет. Яйцеклетка дает лишь питательные вещества своей цитоплазмы.

Полиэмбриония. Зигота (эмбрион) делится на несколько частей бесполым способом, каждая из которых развивается в самостоятельный организм. Встречается у насекомых (наездников), броненосцев. У броненосцев клеточный материал первоначально одного зародыша на стадии бластулы равномерно разделяется между 4—8 зародышами, каждый из которых в дальнейшем дает полноценную особь.

3) Гаметогенез.

Гаметогенез, или предзародышевое развитие — процесс созревания половых клеток, или гамет. Поскольку в ходе гаметогенеза специализация яйцеклеток и спермиев происходит в разных направлениях, обычно выделяют овогенез и сперматогенез соответственно.

Гаметогенез закономерно присутствует в жизненном цикле ряда простейших, водорослей, грибов, споровых и голосеменных растений, а также многоклеточных животных. В некоторых группах гаметы вторично редуцированы (сумчатые и базидиевые грибы, цветковые растения). Наиболее подробно процессы гаметогенеза изучены у многоклеточных животных.

Гаметогенез не следует путать с мейозом. Сущность этих процессов совершенно различна: формирование специализированных половых клеток и специфический вариант деления клеток с уменьшением числа хромосом.

В группах, для которых характерен жизненный цикл с зиготической (например, грибы) или спорической редукцией (например, сосудистые растения) числа хромосом, мейоз предшествует гаметогенезу и, как правило, отделён от него значительным временным промежутком, поскольку формирование гамет происходит на гаплоидных организмах.

В группах, для которых характерен жизненный цикл с гаметической редукцией (например, многоклеточные животные) мейоз сопряжён с гаметогенезом, однако и здесь нельзя говорить о полной идентичности этих процессов. Так, зрелый сперматозоид, готовый к оплодотворению, формируется лишь по завершении мейоза, в то время как ооцит созревает до его завершения, более того, слияние гамет происходит ещё до завершения мейоза в ооците

**Контрольные вопросы:**

1. Опишите виды полового размножения у одноклеточных организмов.
2. Опишите виды полового размножения у многоклеточных организмов.
3. Характеристика партеногенеза.
4. Характеристика гиногенеза.
5. Характеристика андрогенеза.

## 4 Возвратные скрещивания

**Цель:** изучить принципы применения возвратных скрещиваний.

**План:**

1) Применение возвратного скрещивания

2) Насыщающие возвратные скрещивания

3) Бекросс

Пояснение к заданию.

1) Возвратными называют скрещивания, при которых гибрид повторно скрещивают с одной из родительских форм. Их применяют в двух случаях.

1. Для преодоления бесплодия гибридов первого поколения при отдаленной гибридизации:

(АxБ)xБ.

2. Для усиления в гибридном потомстве желаемых свойств одной из родительских форм:

АxБ->АБxБ ->АББxБ ->АБББxБ ->АББББxБ и т. д.

2) Во втором случае возвратные скрещивания называют насыщающими. В ряду поколений гибридное потомство последовательно насыщается ядерным наследственным материалом отцовской формы. Цитоплазма у гибридов остается материнская.

Путем насыщающих скрещиваний на современном уровне развития селекции наиболее полно достигается генетическая управляемость формообразовательным процессом при гибридизации, результаты их могут быть предсказаны и получены повторно. Насыщающие скрещивания наиболее эффективны при передаче признаков, обладающих высокой наследуемостью. К ним относится, например, устойчивость к болезням, особенно если она контролируется одним или немногими генами.

Затруднения, возникающие при использовании насыщающих скрещиваний, связаны со сцеплением генов, когда подлежащий передаче ген сцеплен с другим, нежелательным геном или блоком генов.

3) Каждое последующее скрещивание гибридного потомства с отцовской формой называется беккроссом. В результате первого беккросса количество отцовского ядерного материала увеличивается до 75 %, после шестого оно равно 99,2 %, т. е. происходит почти полное поглощение материнской наследственности отцовской. Гибридное потомство, полученное в результате насыщающих скрещиваний, после шестого беккросса обычно размножают и отбирают из него лучшие линии — высокоурожайные и устойчивые к заболеваниям.

Используя насыщающие скрещивания, удается совмещать в гибридном организме цитоплазму одного сорта и ядерное вещество другого. Этот прием очень широко применяется при использовании ЦМС в селекции гетерозисных гибридов кукурузы, сорго и других культур, а также при создании односемянных сортов сахарной свеклы. Путем насыщающих скрещиваний можно создавать так называемые изогенные линии лучших экологически пластичных, широко распространенных сортов, имеющих отдельные существенные недостатки.

**Контрольные вопросы:**

1. Применение возвратных скрещиваний
2. Беккросс
3. Насыщающие возвратные скрещивания

## 5 Дигибридное скрещивание. Третий закон Менделя

**Цель:** изучить законы Менделя, а также принципы решения задач по моно- и дигибридному скрещиванию.

**План:**

1) Законы Менделя

2) Моногибридное скрещивание.

3) Дигибридное скрещивание

Пояснение к заданию.

1) Законы Менделя.

Законы Менделя — это принципы передачи наследственных признаков от родительских организмов к их потомкам, вытекающие из экспериментов Грегора Менделя.

Закон единообразия гибридов первого поколения (первый закон Менделя) - при скрещивании двух гомозиготных организмов, относящихся к разным чистым линиям и отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных проявлений признака, всё первое поколение гибридов (F1) окажется единообразным и будет нести проявление признака одного из родителей.

Кодоминирование и неполное доминирование.

Некоторые противоположные признаки находятся в отношении неполного доминирования. Например, при скрещивании чистых линий львиного зева с пурпурными и белыми цветками особи первого поколения имеют розовые.

При кодоминировании у гетерозигот признаки проявляются одновременно (смешанно).

Закон расщепления, или второй закон Менделя — при скрещивании двух гетерозиготных потомков первого поколения между собой во втором поколении наблюдается расщепление в определенном числовом отношении: по фенотипу 3:1, по генотипу 1:2:1.

Скрещиванием организмов двух чистых линий, различающихся по проявлениям одного изучаемого признака, за которые отвечают аллели одного гена, называется моногибридное скрещивание.

Закон независимого наследования (третий закон Менделя) — при скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по двум (и более) парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях (как и при моногибридном скрещивании). Во втором поколении наблюдается расщепление фенотипов по формуле 9:3:3:1.

2) Моногибридное скрещивание.

Задача №1: при скрещивании черного и белого крупного рогатого скота в F1 все телята оказались пестрыми. Черная окраска шерсти доминирует надбелой. Какое потомство следует ожидать от скрещивания полученных гибридов между собой?

Дано: крупный рогатый скот

черной окраски x белой окраски

F1: 100% пестрые

Найти: Какое потомство следует ожидать от скрещивания полученных гибридов между собой?

Решение.

I. Вводим буквенные обозначения:

А черная окраска

а белая окраска

По условию задачи, доминантный признак обозначается заглавной буквой, а рецессивный – малой буквой. Это аллельные гены, отвечающие за альтернативное проявление признака.

II.Определяем генотипы родителей:

АА – гомозигота по доминантному признаку (черная)

аа - гомозигота по рецессивному признаку (белая)

III. Записываем алгебраическую схему скрещивания и находим F1:

Р: ♀АА x ♂аа

Фенотип: черные белые

Гаметы: А а

F1: Аа

Фенотип: пестрые, т. к. проявляется и доминантный признак и рецессивный, а значит имеет место неполное доминирование.

Генотип: гетерозигота, т. к. имеется доминантный и рецессивный гены.

IV. Фенотипический анализ потомства:

100% (все) крупный рогатый скот с пестрой шерстью (I-ый закон Г. Менделя, закон единообразия 1-ого поколения).

V. Генотипический анализ потомства:

100% (все) Аа – гетерозиготы.

VI. Записываем алгебраическую схему скрещивания и находим F2:

Р: ♀Аа x ♂Аа

Фенотип: черные черные

Гаметы: А аАа

F2: АА, Аа, Аа, аа

Фенотип: черные пестрые пестрые белые

Генотип: АА – гомозигота по доминантному признаку, Аа – гетерозиготы, аа – гомозигота по рецессивному признаку.

VII. Фенотипический анализ потомства:

¼ (25%) –крупный рогатый скот с черной шерстью, (неполное доминирование)

½ (50%) – крупный рогатый скот с пестрой шерстью

¼ (25%) –крупный рогатый скот с белой шерстью

VIII. Генотипический анализ потомства:

¼ (25%) АА – гомозигота по доминантному признаку

½ (50%) Аа-гетерозиготы

¼ (25%) аа – гомозигота по рецессивному признаку

IX. Ответ: от скрещивания гибридов между собой следует ожидать

¼ (25%) –крупный рогатый скот с черной шерстью

½ (50%) – крупный рогатый скот с пестрой шерстью

¼ (25%) –крупный рогатый скот с белой шерстью

Задача на неполное доминирование.

Задача №2: при скрещивании вихрастой и гладкошерстной морских свинок получено потомство 2 гладкошерстные и 3 вихрастые. Гладкошерстность признак доминантный. Каковы генотипы родителей?

Дано: морские свинки

морская свинка x морская свинка

гладкошерстная вихрастая

F1: 2 гладкошерстные : 3 вихрастые

Гладкошерстность>вихрастая шерсть

Найти: генотипы родителей.

Решение.

I. Вводим буквенные обозначения:

А - гладкая шерсть

а - вихрастая шерсть

Это по условию задачи, доминантный признак обозначается заглавной буквой, а рецессивный – малой буквой. Это аллельные гены, отвечающие за альтернативное проявление признака.

II.Определяем генотипы родителей:

Аа – гетерозигота (гладкая шерсть)

аа - гоморозигота по рецессивному признаку (вихрастая шерсть)

Т. к. в F1 расщепление по фенотипу 2:3 это примерно 1:1, а значит имеет место анализирующее скрещивание.

III. Записываем алгебраическую схему скрещивания и находим F1:

Р: ♀Аа ♂аа

Фенотип: гладкошерстные вихрастые

Гаметы: А аа

F1: Аааа

Фенотип: гладкошерстные вихрастые

Генотип: гетерозиготагомозигота по рецессивному признаку

IV. Фенотипический анализ потомства:

50% гладкошерстные морские свинки (анализирующее скрещивание)

50% вихрастые морские свинки

V.Генотипический анализ потомства:

50% Аа – гетерозигота

50% аа – гомозигота по рецессивному признаку

VI. Ответ: генотипы родителей: Аа - гетерозигота, аа - гомозигота по рецессивному

3) Дигибридное скрещивание.

Дигибридным называется скрещивание, при котором рассматривается наследование двух альтернативных признаков, кодируемых генами, расположенными в разных парах гомологичных хромосом.

Согласно третьему закону Менделя, при дигибридном скрещивании наследование обоих признаков осуществляется независимо друг от друга, а в потомстве дигетерозигот наблюдается расщепление по фенотипу в пропорции 9:3:3:1 (9 А\*В\*, 3 ааВ\*, 3 А\*bb, 1 ааbb, где \* в данном случае обозначает, что ген может находиться либо в доминантном, либо в рецессивном состоянии). По генотипу расщепление будет осуществляться в соотношении 4:2:2:2:2:1:1:1:1 (4 АаВb, 2 ААВb, 2 АаВВ, 2 Ааbb, 2 ааВb, 1 ААbb, 1 ААВВ, 1 ааВВ, 1 ааbb).

Для определения фенотипов и генотипов потомства при дигибридном скрещивании удобно пользоваться решеткой Пеннета (рисунок 1), для построения которой по вертикальной оси следует отметить гаметы одного родительского организма, а по горизонтальной – другого. В месте пересечения вертикалей и горизонталей записываются генотипы дочерних организмов.

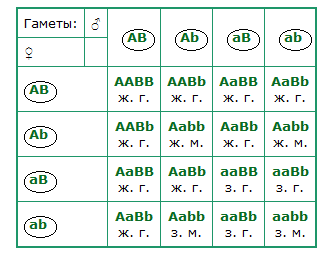


Рисунок 1 Решетка Пеннета

А – желтая окраска семян (ж),

а – зеленая окраска семян (з),

В – гладкая поверхность семян (г),

b – морщинистая поверхность семян (м).

9 A\*B\* – желтая гладкая

3 A\*bb – желтая морщинистая

3 ааB\* – зеленая гладкая

1 aabb – зеленая морщинистая

Тот факт, что признаки наследуются независимо друг от друга, значительно упрощает решение задач на дигибридное скрещивание. Оно сводится к тому, чтобы абстрагироваться от второго признака и два раза решить задачу на моногибридное скрещивание.

Задачи

1. Голубоглазый правша женился на кареглазой правше. У них родилось двое детей – кареглазый левша и голубоглазый правша. От второго брака у этой женщины с другим кареглазым мужчиной – правшой родилось 3 –е детей. Каковы генотипы родителей? Голубые глаза доминируют над карими, а праворукость над леворукостью.

2. У человека отсутствие ямочек доминирует над их наличием, а курчавые волосы доминируют над прямыми. В брак вступили женщина с ямочками на щеках с прямыми волосами и мужчина с отсутствием ямочек и курчавыми волосами. Известно, что мать мужчины имела ямочки и была с прямыми волосами.

А) Сколько типов гамет у мужчины?

Б) Какова вероятность (в %) рождения в семье ребенка, который будет похож на мать?

В) Сколько разных фенотипов среди детей в этой семье?

Г) Какова вероятность (в %) рождения в семье ребенка похожего на отца?

Д) Сколько разных генотипов может быть среди детей?

3. У человека отсутствие малых коренных зубов и шестипалость являются доминантными по отношению к норме. Мужчина с шестипалостью и отсутствием малых коренных зубов, гетерозиготный по обоим вышеупомянутым признакам вступает в брак с женщиной нормальной по этим признакам.

А) Сколько типов гамет у женщины?

Б) Какова вероятность (в %) рождения в семье ребенка, который унаследует обе аномалии отца?

В) Сколько разных фенотипов среди детей в этой семье?

Г) Какова вероятность (в %) рождения в семье здорового ребенка?

Д) Сколько разных генотипов может быть среди детей?

4. У морских свинок черная шерсть доминирует над белой, а курчавая над гладкой. Скрестили белую, гладкую свинку с гетерозиготным черным, курчавым самцом. Какая часть потомков будет иметь белую гладкую шерсть.

**Контрольные вопросы:**

1. Явление неполного доминирования
2. Моногибридное скрещивание
3. Законы Менделя
4. Кодоминирование это…

## 6 Наследование признаков, сцепленных с полом.

**Цель:** изучить основы хромосомной теории наследственности, наследование признаков, сцепленных с полом..

**План:**

1) Основные положения хромосомной теории наследственности

2) Наследование, сцепленное с полом

Пояснение к заданию.

Для того, что бы ознакомиться с наследованием признаков, сцепленных с полом, необходимо изучить основные положения хромосомной теории наследственности.

1) Основоположник теории Томас Гент Морган, американский генетик, нобелевский лауреат, выдвинул гипотезу об ограничении законов Менделя.

Морган и его ученики установили следующее:

1. Гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются совместно или сцепленно.

2. Группы генов, расположенных в одной хромосоме, образуют группы сцепления. Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом у гомогаметных особей и n+1 у гетерогаметных особей.

3. Между гомологичными хромосомами может происходить обмен участками (кроссинговер); в результате кроссинговера возникают гаметы, хромосомы которых содержат новые комбинации генов.

4. Частота кроссинговера между гомологичными хромосомами зависит от расстояния между генами, локализованными в одной хромосоме. Чем это расстояние больше, тем выше частота кроссинговера. За единицу расстояния между генами принимают 1 морганиду (1% кроссинговера) или процент появления кроссоверных особей. При значении этой величины в 10 морганид можно утверждать, что частота перекреста хромосом в точках расположения данных генов равна 10% и что в 10% потомства будут выявлены новые генетические комбинации.

5. Для выяснения характера расположения генов в хромосомах и определения частоты кроссинговера между ними строят генетические карты. Карта отражает порядок расположения генов в хромосоме и расстояние между генами одной хромосомы. Эти выводы Моргана и его сотрудников получили название хромосомной теории наследственности. Важнейшими следствиями этой теории являются современные представления о гене как о функциональной единице наследственности, его делимости и способности к взаимодействию с другими генами.

Основные положения хромосомной теории наследственности:

• каждый ген имеет в хромосоме определенный локус (место);

• гены в хромосоме расположены в определенной последовательности;

• гены одной хромосомы сцеплены, следовательно они наследуются преимущественно вместе;

• частота кроссинговера между генами равна расстоянию между ними;

• набор хромосом в клетках данного типа (кариотип) является характерной особенностью вида.

2) Наследование, сцепленное с полом.

Хромосомные наборы разных полов отличаются по строению половых хромосом. У-хромосома мужчин не содержит многих аллелей, имеющихся в Х-хромосоме.

Признаки, определяемые генами половых хромосом, называют сцепленными с полом. Характер наследования зависит от распределения хромосом в мейозе. У гетерогаметных полов признаки, сцепленные с Х-хромосомой и не имеющие аллеля в У-хро-мосоме, проявляются даже в том случае, когда ген, определяющий развитие этих признаков, — рецессивен. У человека У-хромосома передается от отца к сыновьям, а Х-хромосома — к дочерям. Вторую хромосому дети получают от матери. Это всегда Х-хромосома. Если мать несет патологический рецессивный ген в одной из Х-хромосом (например, ген дальтонизма или гемофилии), но при этом сама не больна, то она является носительницей. В случае передачи этого гена сыновьям они могут родиться с данным заболеванием, ибо в У-хромосоме нет аллеля, подавляющего патологический ген.

Пол организма определяется в момент оплодотворения и зависит от хромосомного набора образовавшейся зиготы. У птиц гетерогаметными являются самки, а гомогаметными — самцы. У пчел половых хромосом вообще нет. Самцы гаплоидны. Самки пчел диплоидны.

**Контрольные вопросы:**

1. Явление кроссинговера
2. Как называется единица измерения расстояния между генами?
3. Что называется группой сцепления?
4. Чем характеризуется частота кроссинговера?

## 7 Молекулярные основы наследственности и изменчивости

**Цель:** изучить основы наследственности и изменчивости.

**План:**

1) Нуклеиновые кислоты, их строение, функции и генезис

2) Основные этапы биосинтеза белков.

3) Генетический код, его основные свойства

Пояснение к заданию.

1) Нуклеиновые кислоты, их строение, функции и генезис

Нуклеиновые кислоты – это линейные неразветвленные гетерополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды, связанные фосфодиэфирными связями.

Нуклеотиды – это органические вещества, молекулы которых состоят из остатка пентозы (рибозы или дезоксирибозы), к которому ковалентно присоединены остаток фосфорной кислоты и азотистое основание. Азотистые основания делятся пуриновые (аденин и гуанин) и пиримидиновые (цитозин, тимин и урацил). Дезоксирибонуклеотиды включают в свой состав дезоксирибозу и одно из азотистых оснований: аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т), цитозин (Ц). Рибонуклеотиды включают в свой состав рибозу и одно из азотистых оснований: аденин (А), гуанин (Г), урацил (У), цитозин (Ц).

Существует два типа нуклеиновых кислот: ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) и РНК (рибонуклеиновая кислота). Нуклеиновые кислоты обеспечивают хранение, воспроизведение и реализацию генетической (наследственной) информации. Эта информация отражена (закодирована) в виде нуклеотидных последовательностей. Соответствие между аминокислотами и кодирующими их нуклеотидными последовательностями называется генетическим кодом. Единицей генетического кода ДНК и РНК является триплет – последовательность из трех нуклеотидов.

ДНК является первичным носителем наследственной информации.

Существует несколько типов ДНК: А, В, Z, Т–формы. Из них в клетках обычно встречается В–форма – двойная правозакрученная спираль, которая состоит из двух нитей (или цепей), связанных между собой водородными связями. При этом азотистые основания образуют комплементарные пары: А=Т (две водородных связи) и Г≡Ц (три водородных связи). Поэтому нуклеотидные последовательности этих цепей однозначно соответствуют друг другу. Длина витка двойной спирали равна 3,4 нм, расстояние между смежными парами азотистых оснований 0,34 нм, диаметр двойной спирали 1,8 нм.

В эукариотических клетках ДНК существует в виде нуклеопротеиновых комплексов, в состав которых входят белки-гистоны.

Длина ДНК измеряется числом нуклеотидных пар (сокращ. – пн, или b). Длина одной молекулы ДНК колеблется от нескольких тысяч пн (сокращ. – тпн, или Kb) до нескольких миллионов пн (мпн, или Mb).

Репликация (самоудвоение) ДНК – обеспечивает воспроизведение генетической информации. В результате из одной молекулы ДНК образуется две новые, точные копии исходной матрицы. Новая молекула состоит из двух цепей – одной из родительских и одной из сестринских (полуконсервативный механизм репликации).

К реакциям матричного типа относятся репликация ДНК (синтез ДНК на матрице ДНК), транскрипция ДНК (синтез РНК на матрице ДНК) и трансляция РНК (синтез белков на матрице РНК).

Все матричные процессы состоят из трех этапов: инициации (начала), элонгации (продолжения) и терминации (окончания).

Репликация ДНК – это сложный процесс, в котором принимает участие несколько десятков ферментов. К важнейшим из них относятся ДНК-полимеразы (несколько типов), праймазы, топоизомеразы, лигазы и другие. В реплицируемом участке (вилке репликации) процесс репликации протекает на разных цепях по-разному. На одной из цепей, которая называется ведущей, происходит непрерывный синтез ДНК на матрице ДНК. На другой цепи, которая называется запаздывающей, вначале происходит связывание праймера – специфического фрагмента РНК. Праймер служит затравкой для синтеза фрагмента ДНК, который называется фрагментом Оказаки. В дальнейшем праймер удаляется, а фрагменты Оказаки сшиваются между собой в единую нить фермента ДНК–лигазы. Репликация ДНК сопровождается репарацией – исправлением ошибок, неизбежно возникающих при репликации. Существует множество механизмов репарации.

Рибонуклеиновая кислота (РНК) – это нуклеиновая кислота, мономерами которой являются рибонуклеотиды.

Азотистые основания, входящие в состав РНК, способны образовывать водородные связи с комплементарными основаниями и ДНК, и РНК. При этом азотистые основания образуют пары А=У, А=Т и Г≡Ц. Благодаря этому возможна передача информации от ДНК к РНК, от РНК к ДНК и от РНК к белкам.

В клетках обнаруживается три основных типа РНК, выполняющих различные функции:

1. Информационная, или матричная РНК (иРНК, или мРНК). Составляет 5% клеточной РНК. Служит для передачи генетической информации от ДНК на рибосомы при биосинтезе белка.

2. Рибосомная, или рибосомальная РНК (рРНК). Составляет 85% клеточной РНК. Входит в состав рибосом, определяет форму большой и малой рибосомных субъединиц, обеспечивает контакт рибосомы с другими типами РНК.

3. Транспортная РНК (тРНК). Составляет 10% клеточной РНК. Транспортирует аминокислоты к соответствующему участку иРНК в рибосомах. Каждый тип тРНК транспортирует определенную аминокислоту.

В клетках имеются и другие типы РНК, выполняющие вспомогательные функции.

Матрицей для синтеза РНК являются некоторые из цепей ДНК. Синтез РНК является гетерокаталитической реакцией матричного типа (транскрипция, контролируется РНК–полимеразами, или транскриптазами).

2) Основные этапы биосинтеза белков

Биосинтез белков - начальный этап экспрессии генетической информации. Главным матричным процессом является транскрипция ДНК и трансляция мРНК. Транскрипция ДНК - переписывание информации с ДНК на мРНК (матричную, информационную РНК). Трансляция мРНК заключается в переносе информации с мРНК на полипептид.

Молекула мРНК служит матрицей для синтеза полипептида на рибосомах. Триплеты мРНК, кодирующие определенную аминокислоту, называются кодоны. В трансляции принимают участие молекулы тРНК. Каждая молекула тРНК содержит антикодон – распознающий триплет, в котором последовательность нуклеотидов комплементарна по отношению к определенному кодону мРНК. Каждая молекула тРНК способна переносить строго определенную аминокислоту. Соединение тРНК с аминокислотой называется аминоацил–тРНК.

Молекула тРНК по общей конформации напоминает клеверный лист на черешке. «Вершина листа» несет антикодон. Существует 61 тип тРНК с разными антикодонами. К «черешку листа» присоединяется аминокислота (существует 20 аминокислот, участвующих в синтезе полипептида на рибосомах). Каждой молекуле тРНК с определенным антикодоном соответствует строго определенная аминокислота. В то же время, определенной аминокислоте обычно соответствует несколько типов тРНК с разными антикодонами. Аминокислота ковалентно присоединяется к тРНК с помощью ферментов – аминоацил-тРНК-синтетаз. Эта реакция называется аминоацилированиемтРНК.

На рибосомах к определенному кодону мРНК с помощью специфического белка присоединяется антикодон соответствующей молекулы аминоацил-тРНК. Такое связывание мРНК и аминоацил-тРНК называется кодонзависимым. На рибосомах аминокислоты соединяются между собой с помощью пептидных связей, а освободившиеся молекулы тРНК уходят на поиски свободных аминокислот.

Основные этапы биосинтеза белков.

1 этап. Транскрипция ДНК. На транскрибируемой цепи ДНК с помощью ДНК-зависимой РНК-полимеразы достраивается комплементарная цепь мРНК. Молекула мРНК является точной копией нетранскрибируемой цепи ДНК с той разницей, что вместо дезоксирибонуклеотидов в ее состав входят рибонуклеотиды, в состав которых вместо тимина входит урацил.

2 этап. Процессинг (созревание) мРНК. Синтезированная молекула мРНК (первичныйтранскрипт) подвергается дополнительным превращениям. В большинстве случаев исходная молекула мРНК разрезается на отдельные фрагменты. Одни фрагменты – интроны – расщепляются до нуклеотидов, а другие – экзоны – сшиваются в зрелуюмРНК. Процесс соединения экзонов «без узелков» называется сплайсинг. Существует несколько видов сплайсинга. Альтернативныйсплайсинг - одни и те же участки исходной мРНК могут быть и интронами, и экзонами. Тогда одному и тому же участку ДНК соответствует несколько типов зрелой мРНК и, соответственно, несколько разных форм одного и того же белка. Транс–сплайсинг - соединение экзонов, кодируемых разными генами (иногда даже из разных хромосом), в одну зрелую молекулу мРНК.

3 этап. Трансляция мРНК. Трансляция (как и все матричные процессы) включает три стадии: инициацию (начало), элонгацию (продолжение) и терминацию (окончание).

Инициация - образование пептидной связи между двумя первыми аминокислотами полипептида.

Элонгация - присоединение последующих аминокислот, то есть наращивание полипептидной цепи.

Терминация - окончание синтеза полипептидной цепи.

3) Генетический код, его основные свойства

В ходе реакций матричного синтеза на основании генетического кода синтезируется полипептид с наследственно обусловленной структурой. Отрезок ДНК, содержащий информацию о структуре определенного полипептида, называется ген.

Процесс экспрессии генов обладает гибкостью: одному участку ДНК может соответствовать несколько полипептидов; один полипептид может кодироваться разными участками ДНК. Окончательная модификация белков происходит с помощью ферментов, которые кодируются различными участками ДНК.

Общие свойства генетического кода

Отражение одних объектов с помощью других называется кодированием. Отражение структуры белков в виде триплетов ДНК называется кодом ДНК, или генетическим кодом. Благодаря генетическому коду устанавливается однозначное соответствие между нуклеотидными последовательностями нуклеиновых кислот и аминокислотами, входящими в состав белков. Генетический код обладает следующими основными свойствами:

1. Генетический код триплетен: каждая аминокислота кодируется триплетом нуклеотидов ДНК и соответствующим триплетом иРНК. При этом кодоны ничем не отделены друг от друга (отсутствуют «запятые»).

2. Генетический код является избыточным (вырожденным): почти все аминокислоты могут кодироваться разными кодонами. Только двум аминокислотам соответствует по одному кодону: метионину (АУГ) и триптофану (УГГ). Зато лейцину, серину и аргинину соответствует по 6 разных кодонов.

3. Генетический код является неперекрывающимся: каждая пара нуклеотидов принадлежит только одному кодону (исключения обнаружены у вирусов).

4. Генетический код един для подавляющего большинства биологических систем. Однако имеются и исключения, например, у инфузорий и в митохондриях разных организмов. Поэтому генетический код называют квазиуниверсальным.

**Контрольные вопросы:**

1. Назовите три стадии матричных процессов.
2. Перечислите основные свойства генетического кода.
3. Нуклеиновые кислоты.
4. Репликация ДНК.
5. Биосинтез белков.

## 8 Модификационная изменчивость

**Цель:** изучить основные принципы модификационной изменчивости.

**План:**

1) Определение и классификация модификационной изменчивости.

2) Механизм модификационной изменчивости.

3) Характеристика модификационной изменчивости.

Пояснение к заданию.

1) Модификационная (фенотипическая) изменчивость — изменения в организме, связанные с изменением фенотипа вследствие влияния окружающей среды и носящие, в большинстве случаев, адаптивный характер. Генотип при этом не изменяется.

Условная классификация модификационной изменчивости

- По изменяющимся признакам организма:

морфологические изменения

физиологические и биохимические адаптации — гомеостаз (повышение уровня эритроцитов в горах и т. д.)

- По размаху нормы реакции

узкая (более характерна для качественных признаков)

широкая (более характерна для количественных признаков)

- По значению:

модификации (полезные для организма — проявляются как приспособительная реакция на условия окружающей среды)

морфозы (ненаследственные изменения фенотипа под влиянием экстремальных факторов окружающей среды или модификации, возникающие как выражение вновь возникших мутаций, не имеющие приспособительного характера)

фенокопии (различные ненаследственные изменения, копирующие проявление различных мутаций)— разновидность морфозов

- По длительности:

есть лишь у особи или группы особей, которые подверглись влиянию окружающей среды (не наследуются)

длительные модификации — сохраняются на два-три поколения

2) Механизм модификационной изменчивости.

Модификационная изменчивость — это результат реакции организма на условия окружающей среды. Наследственный материал не изменяется.

Под действием определенных условий окружающей среды на организм изменяется течение ферментативных реакций (активность ферментов) и может происходить синтез специализированных ферментов, некоторые из которых ответственны за регуляцию транскрипции генов, зависящую от изменений окружающей среды. Таким образом, факторы окружающей среды способны регулировать экспрессию генов, то есть интенсивность выработки ими специфических белков, функции которых отвечают специфическим факторам окружающей среды.

3) Характеристика модификационной изменчивости

обратимость — изменения исчезают при смене специфических условий окружающей среды, спровоцировавших их

групповой характер

изменения в фенотипе не наследуются, наследуется норма реакции генотипа

статистическая закономерность вариационных рядов

затрагивает фенотип, при этом не затрагивая сам генотип.

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте характеристику модификационной изменчивости.
2. В чем отличие модификационной изменчивости от мутаций??
3. Какова роль изменчивости в эволюционных процессах?

## 9 Геномные мутации

**Цель:** изучить основные геномные мутации.

**План:**

1) Геномные мутации.

2) Гаплоидия.

3) Полиплоидия.

Пояснение к занятию.

1) Геномные мутации.

К этому классу мутаций относятся изменения кариотипа, выражающиеся в уменьшении/увеличении числа хромосомных наборов либо числа отдельных хромосом. Существует несколько типов геномных мутаций.

2) Гаплоидия - уменьшение числа хромосом в кариотипе вдвое. Соматические клетки гаплоидного организма содержат одинарный (гаплоидный) набор хромосом (n).

Фенотип гаплоидов имеет следующие особенности:

• у них проявляются рецессивные гены;

• гаплоидные организмы мельче диплоидных, поскольку их клетки вследствие уменьшения дозы генов имеют меньший размер;

• гаплоиды почти бесплодны, поскольку хромосомы не имеют гомологов, и в процессе мейоза образуются несбалансированные гаметы. В редких случаях могут сформироваться гаметы с нередуцированным гаплоидным набором хромосом. У растений слияние таких гамет в процессе самоопыления или при искусственнойполиплоидизации дает диплоидную гомозиготу по всем генам, что весьма ценно для решения определенных селекционных задач.

Естественнаягаплоидия встречается в жизненном цикле низших грибов, бактерий и одноклеточных водорослей. У некоторых видов членистоногих и насекомых гаплоидными являются самцы, развивающиеся из неплодотворенных клеток. Экспериментально гаплоидные формы были получены у пшеницы, кукурузы и не которых других растений при опылении их либо пыльцой отдаленного вида, либо пыльцой, хромосомный аппарат которой был инактивирован облучением (оба способа стимулировали партеногенетическое развитие яйцеклетки). Гаплоидных зародышей удавалось получить и у животных. Для этого яйцеклетки либо охлаждали, что иногда заставляет их развиваться партеногенетически, либо оплодотворяли спермиями, хромосомы которых были предварительно инактированы облучением,

У человека гаплоидный набор хромосом содержится в норме только в гаметах.

3) Полиплоидия - кратное увеличение числа хромосомных наборов в клетке. Обычно соматические клетки содержат диплоидный набор хромосом (2n), но иногда возникают триплоидные (3n), тетрашюидные (4n) и тл. клетки и даже целые организмы.

Полиплоиды с повторенным несколько раз одним и тем же набором хромосом называют аутополиплоидами, а полученные от скрещивания организмов, принадлежащих к различным видам, - аллопполиоидами.

Исключительно велика роль полиплоидии в происхождении культурных растений и их селекции. Полиплоидными являются все или большинство культивируемых сортов пшеницы, овса, риса, сахарного тростника, арахиса, свеклы, картофеля, сливы, яблони, груши, апельсина, лимона, земляники, малины.К этому перечню следует добавить тимофеевку, люцерну, табак, хлопчатник, розы, тюльпаны, хризантемы, гладиолусы и многие другие, возделываемые человеком, культуры.Аутополиплоидные мутанты растений обычно крупнее исходной формы. Тетраплоиды, как правило, имеют большую вегетативную массу. Однако у них может резко уменьшиться плодовитость из-за нерасхожденияполивалентов в мейозе. Триплоиды - крупные и мощные растения, но полностью или почти полностью стерильные, поскольку продуцируемые ими гаметы содержат неполный набор хромосом. Аутополинлоидные виды размножают вегетативным способом, поскольку плоды таких растений не содержат семян.

У животных аутополиплоиды известны в основном среди гермафродитов (например, земляных червей) и у видов с партеногенетическими самками — дающими жизнеспособное потомство без оплодотворения (некоторые насекомые, ракообразные, рыбы). Такое весьма ограниченное значение полиплоидии в животном мире обусловлено тем, что она нарушает баланс между аутосомами и половыми хромосомами, и немногие аллополиплоидные формы, полученные человеком, как правило, бесплодны.

Полиплоидия может возникнуть в результате: 1) нарушения расхождения хромосом в митозе; 2) слияния клеток соматических тканей либо ихядер; 3) нарушений мейоза, приводящих к образованию гамете нередуцированным числом хромосом.

**Контрольные вопросы:**

1. Перечислите основные геномные мутации.
2. Что понимают под гаплоидией?
3. Дайте характеристику полиплоидии.

## 10 Значение мутаций в селекции

**Цель:** изучить основные типы мутаций и их значение в селекции.

**План:**

1) Значение мутаций в селекции.

2) Точковые мутации

3) Мутации сдвига рамки

4) Инсерция

Пояснение к занятию.

1) Значение мутаций в селекции. Первоисточником наследственной изменчивости является мутационный процесс. В каждой породе и сорте спонтанно возникают разнообразные мутации. В природе на мутации действует естественный отбор. При искусственном отборе судьбу мутаций определяет селекционер.

Породы и сорта отличаются по своим наследственным особенностям от диких предков. Если поместить дикие формы в домашние условия и создать им благоприятные условия, то они все равно не воспроизведут продуктивности и качеств своих культурных сородичей. Как бы мы ни кормили диких банкивских кур, мы не смогли бы получить у них годовую яйценоскость в 300—350 яиц, а также имеющееся у пород кур разнообразие по окраске пера, живому весу, скороспелости и т. д.

Лишь на основе искусственного отбора спонтанных мутаций и их комбинаций путем скрещиваний при соответствующих условиях содержания и возделывания человеку удалось в ряду многих сотен поколений создать новые формы животных и растений.

2) Мутация — это любое изменение в ДНК. Мутации изменяют физические свойства организма (признаки), только если они изменяют последовательность ДНК внутри гена.

Наиболее часто случаются точковые мутации, которые изменяют всего одну пару оснований в нормальной последовательности ДНК. Их можно получить двумя путями:

1. ДНК химически модифицируется, так что одно из оснований меняется на другое.

2. Репликация ДНК работает с ошибками, вставляя ошибочное основание в цепь при синтезе ДНК.

Точковые мутации можно разделить на два типа:

1. Транзиции. Один пиримидин замещается другим пиримидином или один пурин замещается другим пурином.

2. Трансверзии. Пурин замещается пиримидином или наоборот.

Эффект точковых мутаций зависит от места последовательности оснований. Получившийся в результате белок может быть поврежден, но сохранить часть нормальной активности.

3) Гораздо сильнее повреждают ДНК мутации сдвига рамки. Существуют три пути прочтения (рамки считывания) последовательности оснований, зависящих от точки начала прочтения. Если мутация убирает или встраивает лишнее основание, она вызывает сдвиг рамки, и вся последовательность оснований прочитывается неправильно. Это значит, что изменится вся последовательность аминокислот, а получающийся белок скорее будет полностью неработающим.

Мутации сдвига рамки вызываются акридинами, химическими веществами. Эффект зависит от места последовательности оснований, в котором произойдет вставка (инсерция) или выпадение (делеция) оснований, а также от их взаимного расположения в образующейся последовательности

4) Инсерция длинных фрагментов дополнительного генетического материала в геном. Встраиваются транспозирующиеся (мобильные генетические) элементы, или транспозоны, — последовательности, которые могут перемещаться из одного места ДНК в другое. Впервые транспозоны были открыты генетиком Барбарой МакКлинток (BarbaraMcClintock) в 1950-е годы. Это короткие элементы ДНК, которые из одной точки генома могут перепрыгнуть в другую (поэтому их часто называют «прыгающими генами»). Иногда они прихватывают с собой расположенные рядом последовательности ДНК. Обычно транспозоны состоят из одного или нескольких генов, один из которых представляет собой ген фермента транспозазы. Этот фермент требуется транспозонам для перемещения из одного места ДНК в другое внутри клетки.

Существуют также ретротранспозоны, или ретропозоны, которые сами передвигаться не могут. Вместо этого они используют своюмРНК. Она сначала копируется в ДНК, а последняя вставляется в другую точку генома. Ретротранспозоны родственны ретровирусам.

Если транспозон встраивается в ген, кодирующая последовательность оснований нарушается, и ген в большинстве случаев выключается. Транспозоны также могут нести сигналы для окончания транскрипции или трансляции, которые эффективно блокируют выражение других генов, расположенных вслед за ними. Такой эффект называется полярной мутацией.

В отличие от точковых мутаций мутации, вызываемые транспозонами, не могут индуцироваться мутагенами.

Точковые мутации могут ревертировать, возвращаться к исходной последовательности как за счет восстановления оригинальной последовательности ДНК, так и за счет мутаций в других местах гена, которые компенсируют действие первичной мутации.

Вставка дополнительного элемента ДНК, очевидно, может ревертировать за счет вырезания вставленного материала — точечного исключения. Делеция части гена, однако, ревертировать не может.

Мутации могут происходить в других генах, приводя к формированию обходного пути, исправляющего повреждение, вызванное начальной мутацией. В результате образуется двойной мутант, имеющий нормальный или почти нормальный фенотип. Этот феномен называется супрессией, бывающей двух типов: внегенной и внутригенной.

Внегеннаясупрессорная мутация подавляет действие мутации, расположенной в другом гене, иногда за счет изменения физиологических условий, при которых белок, кодируемый супрессируемым мутантом, может функционировать вновь. Бывает, что такая мутация меняет аминокислотную последовательность мутантного белка.

Внутригеннаясупрессорная мутация подавляет эффект мутации в гене, где она расположена, иногда восстанавливая рамку считывания, нарушенную мутацией сдвига рамки. В некоторых случаях мутация изменяет аминокислоты в сайте, который компенсирует изменение аминокислоты, вызванное первичной мутацией. Феномен также называется реверсией во втором сайте.

Многие мутации не дают видимого эффекта. Они называются молчащими мутациями. Иногда мутация молчит, потому что изменения не влияют на продукцию аминокислот, а иногда — поскольку, несмотря на замену аминокислоты в белке, новая аминокислота не влияет на его функцию. Это называется нейтральной заменой.

Мутация, выключающая или изменяющая функцию гена, называется прямой мутацией. Мутация, которая реактивирует или восстанавливает функцию гена за счет реверсии начальной мутации или за счет открытия обходного пути, называется обратной мутацией.

**Контрольные вопросы:**

1. Какое значение имеют мутации в селекции?
2. Что такое «прямая» мутация?
3. Что вы понимаете под «молчащей» мутацией?
4. Объясните термин «нейтральная замена».
5. Точковые мутации.
6. Мутация сдвига рамки
7. Что понимают под делецией генома?
8. Что означает термин «ретранспозоны»?

## 11 Использование искусственного мутагенеза в селекции

**Цель:** изучить основные принципы использования искусственного мутагенеза в селекции.

**План:**

1) Определение мутагенеза.

2) Естественный мутагенез.

3) Искусственный мутагенез.

Пояснение к заданию.

1) Мутагенез — это внесение изменений в нуклеотидную последовательность ДНК (мутаций). Различают естественный (спонтанный) и искусственный (индуцированный) мутагенез.

2)Естественный, или спонтанный, мутагенез происходит вследствие воздействия на генетический материал живых организмов мутагенных факторов окружающей среды, таких как ультрафиолет, радиация, химические мутагены.

Механизм мутагенеза

Последовательность событий приводящая к мутации (внутри хромосомы) выглядит следующим образом:

Происходит повреждение ДНК. В случае, если повреждение произошло в незначащем (интрон) фрагменте ДНК, то мутации не происходит. В случае если повреждение произошло в значащем фрагменте (экзон), и произошла корректная репарация ДНК, или вследствие вырожденности генетического кода не произошло нарушения, то мутации не происходит. Только в случае такого повреждения ДНК, которое произошло в значащей части, которое не было корректно репарированно, которое изменило кодировку аминокислоты, или которое привело к выпадению части ДНК и соединению ДНК вновь в единую цепь — то оно приведет к мутации.

3) Искусственный мутагенез широко используют для изучения белков и улучшения их свойств (направленной эволюции (англ.)).

Ненаправленный мутагенез. Методом ненаправленного мутагенеза в последовательность ДНК вносятся изменения с определенной вероятностью. Мутагенными факторами (мутагенами) могут быть различные химические и физические воздействия — мутагенные вещества, ультрафиолет, радиация. После получения мутантных организмов производят выявление (скрининг) и отбор тех, которые удовлетворяют цели мутагенеза. Ненаправленный мутагенез более трудоемок и его проведение оправдано, если разработана эффективная система скрининга мутантов.

Направленный мутагенез. В направленном (сайт-специфическом) мутагенезе изменения в ДНК вносятся в заранее известный сайт. Для этого синтезируют короткие одноцепочечные молекулы ДНК (праймеры), комплементарные целевой ДНК за исключением места мутации.

Мутагенез по Кункелю. Для бактериальной плазмиды (внехромосомной кольцевой ДНК) получают уридиновую матрицу, то есть такую же молекулу, в которой остатки тимина заменены на урацил. Праймер отжигают на матрице, проводят его достройку invitro с помощью полимеразы до кольцевой ДНК, комплементарной уридиновой матрице. Двухцепочечной гибридной ДНК трансформируют бактериальные клетки, внутри клетки уридиновая матрица разрушается как чужеродная, и на мутантной одноцепочеченой кольцевой ДНК достраивается вторая цепь. Эффективность такого способа мутагенеза менее 100 %.

Мутагенез с помощью ПЦР. Полимеразная цепная реакция позволяет проводить сайт-направленный мутагенез с использованием пары праймеров, несущих мутацию, а также случайный мутагенез. В последнем случае ошибки в последовательность ДНК вносятся полимеразой в условиях, понижающих ее специфичность.

**Контрольные вопросы:**

1. Что вы понимаете под мутагенезом?
2. Изложите механизм естественного мутагенеза.
3. Механизм искусственного мутагенеза.

## 12 Гетерозис

**Цель:** изучить биологическую роль гетерозиса.

**План:**

1) Определение гетерозиса

2) Гетерозис в сельском хозяйстве.

1) Гетерозис - "гибридная сила", ускорение роста и увеличение размеров, повышение жизнестойкости и плодовитости гибридов первого поколения. Во втором и последующих поколениях Г. обычно затухает. Различают истинный Г. — способность гибридов оставлять большое число плодовитых потомков, и гигантизм — увеличение всего гибридного организма или отдельных его частей.

Первые научные исследования Г. у растений проведены немецким ботаником И. Кёльрёйтером (1760). Ч. Дарвин обобщил наблюдения о пользе скрещиваний (1876), оказав тем самым большое влияние на работы И. В. Мичурина и многих др. селекционеров. Термин "Г." предложил американский генетик Г. Шелл (1914); он первый получил "двойные" межлинейные гибриды кукурузы. Основы метода промышленного выращивания этих гибридов разработал Д. Джонс (1917). Применение гибридизации в сельском хозяйстве расширяется из года в год, что стимулирует и теоретические исследования Г. Особи с сильно выраженным Г. имеют преимущества при естественном отборе, и потому проявления Г. усиливаются, что способствует увеличению генетической изменчивости. Нередко возникают устойчивые генетические системы, обеспечивающие преимущественное выживание гетерозигот по многим генам.

2) Гетерозис в сельском хозяйстве. Использование Г. в растениеводстве — важный приём повышения продуктивности растений. Урожай гетерозисных гибридов на 10—30% выше, чем у обычных сортов. Для использования Г. с практической целью применяются межсортовые скрещивания гомозиготных сортов самоопыляющихся растений, межсортовые (межпопуляционные) скрещивания самоопылённых линий перекрёстноопыляющихся растений (парные, трёхлинейные, двойные — четырёхлинейные, множественные) и сортолинейные скрещивания. Устранению трудностей в получении гибридных семян может способствовать использование цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС). При выборе родительских форм для получения гетерозисных гибридов оценивают их комбинационную способность.

Наибольший эффект в использовании Г. достигнут на кукурузе. Создание и внедрение в производство гибридов кукурузы позволило повысить на 20—30% валовые сборы зерна на огромных площадях, занимаемых этой культурой в разных странах мира. Созданы гибриды кукурузы, совмещающие в себе высокую урожайность с хорошим качеством семян, засухоустойчивостью и иммунитетом к различным болезням.

В животноводстве явления Г. наблюдаются при гибридизации, межпородном и внутрипородном (межлинейном) скрещивании и обеспечивают заметное повышение продуктивности с.-х. животных. Наибольшее распространение получило использование Г. при промышленном скрещивании. В птицеводстве при скрещивании яйценоских пород кур, например леггорнов с австралорпами, родайландами и др., яйценоскость помесей первого поколения возрастает на 20—25 яиц в год; скрещивание мясных пород кур с мясо-яичными обусловливает повышение мясных качеств; Г. по комплексу признаков получают при скрещивании близкородственных линий кур одной породы или при межпородных скрещиваниях. В свиноводстве, овцеводстве и скотоводстве промышленным скрещиванием пользуются для получения Г. по мясной продуктивности, что выражается в повышении скороспелости и живого веса животных, увеличении убойного выхода, улучшении качества туши. Свиней мясо-сальных (комбинированных) пород скрещивают с хряками мясных пород. Мелких малопродуктивных овец местных пород скрещивают с баранами мясо-шёрстных пород, тонкорунных маток — с баранами скороспелых мясных или полутонкорунных пород. Для повышения мясной продуктивности коров молочных, молочно-мясных и местных мясных пород скрещивают с быками специализированных мясных пород.

**Контрольные вопросы:**

1. Что вы понимаете под гетерозисом?

2. Что такое инбридинг?.

3. Гетерозис в сельском хозяйстве.

## 13 Генетические основы эволюции.

**Цель:** Изучить генетические основы эволюционных процессов.

**План:**

1) Генетические основы эволюции.

2) Гетерохрония

3) Основные факторы генетической эволюции в популяциях

Пояснение к заданию.

1) Генетические основы эволюции

Различия в размерах взрослых особей определяются различиями в скорости роста. Таким образом, отбор на увеличение тела является по существу отбором на увеличение скорости роста. В результате такого отбора в популяции распространяются гены, которые обеспечивают интенсивное деление клеток в определенные периоды жизни. Различия в форме тела также могут определяться темпом деления отдельных частей организма. Поскольку все процессы развития организма взаимозависимы, то опережающий рост одной части тела приводит к изменению формы.

Эти особенности развития – темп деления клеток определенных типов, скорость и направление их миграции в теле эмбриона, определяются генами, которые работают в этих клетках.

Гены контролируют не только рост и деление клеток, но и их избирательную гибель в онтогенезе – апоптоз. Запуск такой самоубийственной программы является необходимым элементом общей программы развития каждого организма.

2) Гены также определяют хронологию развития. Они включаются в работу на определенном этапе онтогенеза. Даже небольшие изменения во времени активации генов могут приводить к значительным изменениям во всем дальнейшем развитии и соответственно в морфологии и физиологии взрослых организмов. Если сравнивать особенности онтогенеза у представителей разных таксонов, можно наблюдать различия в относительных темпах развития разных систем. Это явление получило название *гетерохронии*.

Ярким примером роли гетерохронии в эволюции служит мексиканский аксолотль – водная саламандра. Личинки большинства видов саламандр развиваются в воде и дышат жабрами. Взрослые формы после метаморфоза утрачивают жабры и переходят к легочному дыханию. Мексиканский аксолотль проводит всю жизнь в воде и дышит жабрами. По существу, аксолотль – это саламандра, остановившая в своем морфологическом развитии на стадии личинки. Аксолотля можно превратить в саламандру, для этого достаточно ввести ему гормон щитовидной железы. Остановка в морфологическом развитии не мешает нормальному развитию половой системы. Аксолотль успешно размножается на этой стадии. Различия между аксолотлем и другими саламандрами обусловлены мутацией одного из генов, контролирующих метаморфоз. Таким образом, изменение генетической программы, которая контролирует хронологию развития, может приводить к морфологическим изменениям.

Ранние и самые принципиальные этапы онтогенеза всех этих животных контролируются одним и тем же набором генов. Они определяют градиент распределения некоторых белков, участвующих в транскрипции, в клетках эмбрионов и тем самым детерминируют формирование основных осей тела: спинная - брюшная сторона, голова - хвост, левая - правая сторона. Они задают правила сегментации развивающихся зародышей, количество сегментов и их особенности: где возникнет голова, грудь, брюшко, на каком сегменте и какого типа конечности должны возникнуть.

3) Основные факторы генетической эволюции в популяциях – С. С. Четвериков, Р. Фишер, С. Райт, Н. II. Дубинин, Д. Д. Ромашов и др. заложили основы современных идей о факторах, определяющих генетическую эволюцию популяций. Использование формул Харди - Вайнберга позволяет рассчитать генетический состав в популяции в данный момент и определить тенденции его изменений в ряду поколений.

В целом популяции видов испытывают постоянную эволюцию их генетической структуры. Основными факторами такой эволюции являются:

1. мутации;

2. отбор (естественный и искусственный);

3. генетико-автоматические процессы, или, по-другому, дрейф генов – процессы чисто случайных изменений концентраций аллелей или зависимых от других генетических процессов – сопряженный дрейф аллелей;

4. миграции – естественные процессы смешения популяций или искусственное скрещивание друг с другом разных пород, сортов и видов. 1. Мутации изменяют частоту генов в популяциях.

Частота мутирования гена — 10-5 – 10-7 на поколение.

Доминантные мутации проявляются уже в первом поколении и сразу же подвергаются действию естественного отбора.

Рецессивные мутации (возникают значительно чаще) сначала накапливаются в популяции и только с появлением рецессивныхгомозигот начинают проявляться фенотипически и подвергаться действию естественного отбора.

Насыщенность природных популяций рецессивными мутациями называется генетическим грузом и имеет большое значение для выживания вида. Генетическим грузом в человеческих популяциях объясняется появление до 5% потомков с генетическими дефектами.

Накопление мутантных аллелей способствует комбинативной изменчивости, приводящей к генетической гетерогенности (генетическому полиморфизму) природных популяций.

Средняя степень гетерозиготности в популяциях растений составляет 17%, у беспозвоночных — 13,4%, у позвоночных — 6,6%, у человека — около 6,7%. Мутационный процесс обеспечивает разнообразие эволюционного материала.

Дрейф генов – это случайные колебания частот генов в малых популяциях. Предположим, что на необитаемый остров попало зерно гетерозиготного самоопыляемого растения. Исходная популяция будет состоять на 100% из гетерозиготных особей (Аа). В первом поколении уже будет содержаться только 50% гетерозиготных особей: Р: Аа х Аа, F1 будет: АА + 2Аа + аа. Гомозиготы (АА и аа) дадут только гомозиготных потомков, а гетерозиготы — расщепление 1:1 (поровну гомо- и гетерозигот), поэтому в F2 уже будет 25% гетерозигот.

Изоляция – это ограничение свободы скрещивания. Она способствует дивергенции — разделению популяций на отдельные группы и изменению частот генотипов.

Различают географический (горные хребты, реки, проливы и т.п.), генетический (неполноценность гибридов, различные наборы хромосом), экологический (различные экологические ниши, размножение при разных температурах) и морфофизиологический (различия в строении половых органов) типы изоляции.

Мерой генетических последствий инбридинга служит коэффициент инбридинга.

Повышению гeтерозиготности популяций способствует миграция. Иммиграция поставляет новые аллели или новые комбинации генотипов, а эмиграция изменяет со отношение различных генотипов в популяции. Повышение уровня гетерозиготности является одной из причин акселерации.

Естественный отбор элиминирует из популяции менее удачные комбинации генов и избирательно сохраняет более удачные генотипы, тем самым, изменяя частоту генов в популяциях.

**Контрольные вопросы:**

1. Что вы понимаете под гетерохронией?

2. Изложите механизм дрейфа генов.

3. Генетические основы эволюции.

## 14 Генетический гомеостаз и полиморфизм популяций.

**Цель:** Дать понятие о генетическом гомеостазе, а также о полиморфизме популяций.

**План:**

1) Генетический гомеостаз

2) Полиморфизм популяций

Пояснение к заданию.

1) Генетический гомеостаз. Любая биологическая система обладает системными адаптивными механизмами, с помощью которых она поддерживает свое существование.

Процессы, обеспечивающие способность панмиктической популяции сохранять свою генетическую структуру при воздействии факторов внешней среды, называют генетическим гомеостазом.

К механизмам гомеостаза относятся поддержание равновесного состояния популяции по генотипическим частотам в соответствии с формулой Гарди—Вайнберга; поддержание гетерозиготности и полиморфизма; поддержание определенного темпа и направления мутационного процесса.

Популяции содержат огромное количество разнообразных мутаций, чаще всего рецессивных, концентрации которых меняются в зависимости от размера популяций, условий внешней среды и темпа мутационного процесса.

Насыщенность популяций мутациями обеспечивает резерв наследственной изменчивости. Резерв мутаций в гетерозиготном состоянии позволяет популяции в более короткие сроки приспособиться к изменившимся условиям за счет изменения генетической структуры. Следовательно, гетерозиготное состояние особей популяции обеспечивает ее приспособительную пластичность. Гетерозиготы имеют более высокую жизнеспособность. У них больший диапазон приспособительных возможностей, что и обеспечивает селективное преимущество.

2)Полиморфизм популяции. Полиморфизмом популяции называют существование в ней ряда генетически различных форм, воспроизводящихся при размножении. Если генотипические различия сопровождаются фенотипическими и гетерозиготы имеют адаптивное преимущество, то в популяции при отборе в пользу гетерозигот создается сбалансированный полиморфизм. Сбалансированным полиморфизмом и называется воспроизведение в популяции из поколения в поколение определенного соотношения классов особей, различающихся генетически и фенотипически за счет гетерозигот.

Приспособительная ценность каждой из особей не является постоянной и меняется при изменении сезонных условий, наличие полиморфизма в популяции обеспечивает возможность регулирования ее состава за счет приспособительной динамики частот различных классов особей (например, Ааи аа), сохранение в течение многих поколений полиморфного состава популяции и предотвращение полной элиминации какого-либо из классов указывает на наличие механизма отбора в пользу гетерозигот.

Полиморфизм является механизмом поддержания популяции как единой системы. Поэтому его можно рассматривать как проявление генетического гомеостаза, развившегося в процессе эволюции в результате действия естественного отбора.

**Контрольные вопросы:**

1. Что вы понимаете под полиморфизмом популяций?

2. Изложите механизм поддержания популяционного гомеостаза.

## 15 Генетические основы индивидуального развития.

**Цель:** Изучить генетические основы индивидуального развития.

**План:**

1) Генетические основы индивидуального развития.

2) Роль генотипа и определенных факторов среды в образовании разных признаков организма.

Пояснение к заданию.

1) Генетические основы индивидуального развития.

Процесс индивидуального развития организма от оплодотворенной яйцеклетки до естественной смерти организма называют онтогенезом.

Генетика онтогенеза включает проблемы реализации исследованных возможностей зиготы в процессе формирования и жизнедеятельности организма.

В жизни любого организма выделяются сходные этапы: эмбриональное развитие, дифференцировка, зрелость, старость, заканчивающая смертью.

Жизненный цикл покрытосеменного растения характеризуется процессами формирования и развития органов, т.е. органогенезом, когда последовательно реализуется наследственная информация, запрограммированная в генотипе: развитие зародыша, формирование семени, развитие почки, корня, стебля и репродуктивных органов. Количественные и качественные изменения, которые называются дифференцировка, происходят на клеточном, тканевом и органном уровнях.

Процесс закладки, роста и развития органов растения называют морфогенезом.

Соматические клетки животных становясь детерминированными и дифференцированными, могут утрачивать способность обеспечивать полное развитие организма. В отличии от животных, у растений установлена способность ядер клеток взрослого организма обеспечивать развитие другого взрослого организма. Ядра дифференцированных клеток содержат большую часть, а возможно и все гены зиготы.

Тотипотентность (totus – весь, целый и potenta – сила) свойство клеток реализовать генетическую информацию ядра до развития целого организма. Тотипотентны оплодотворенные яйцеклетки растений и яйцо животных организмов. Тотипотентность соматических клеток реализуется в культуре тканей растений. Свойство тотипотентности клеток используется с целью получения измененных форм (трансгенов) методом генетической инженерии.

У животных тотипотентностьсвойственна лишь некоторым клеткам кишечнополостных и стволовым клеткам.

Таким образом, у многоклеточных организмов эукариот в их разнообразных по морфологическим признакам и функциям клетках разных тканей и органов сохранен весь генный набор, однако не все гены включены в работу. Ход онтогенеза уэукариот находится под контролем многоступенчатой каскадной регуляции включения-выключения работы отдельных генов. Механизмами дифференциальной активности генов являются различия в структуре цитоплазмы, клеточная индукция и гормоны.

Уэукариот выявлены гены, проявляющие активность во всех клетках организма. Эти гены ответственны за образование структур, общих для всех клеток. Имеются гены, действие которых проявляется только в специализированных тканях.

Уэукариот возможно одновременное подавление активности генов во всем ядре, или в целой хромосоме, или в большом ее участке.

Установлена регуляция развития путем изменения транскрипции, ведущая роль в которой отводится хроматину (эухроматину и гетерохроматину), почти все гетерохроматиновые области не участвуют в синтезе РНК. В некоторых случаях необходима амплификация генов – приспособление для транскрипции повышенного количества определенной РНК и, наконец, имеет место селективная транскрипция генов.

Дифференциальная активность генов может регулироваться на уровне транскрипции гетерохроматизаций, селективной транскрипцией и амплификацией генов.

Фенотип каждого организма формируется под влиянием генотипа и условий среды. Те различия, которые зависят только от условий среды, называют модификациями.

2) Роль генотипа и определенных факторов среды в образовании разных признаков организма может быть очень различной. Есть такие признаки, которые в основном обусловлены генотипом (качественные признаки), и есть признаки, на формирование которых большое влияние оказывают условия внешней среды (количественные признаки). Это явление следует использовать в практике сельского хозяйства и учитывать в генетическом анализе и селекционном процессе.

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте определение онтогенеза.
2. Что означает термин модификации?
3. Какое свойство называют тотипотентностью?

# Заключение

Менделевская теория наследственности, т.е. совокупность представлений о наследственных детерминантах и характере их передачи от родителей к потомкам, по своему смыслу прямо противоположна доменделевским теориям, в частности теории пангенезиса, предложенной Дарвином. В соответствии с этой теорией признаки родителей прямо, т.е. от всех частей организма, передаются потомству. Поэтому характер признака потомка должен прямо зависеть от свойств родителя. Это полностью противоречит выводам, сделанным Менделем: детерминанты наследственности, т.е. гены, присутствуют в организме относительно независимо от него самого. Характер признаков (фенотип) определяется их случайным сочетанием. Они не модифицируются какими-либо частями организма и находятся в отношениях доминантности-рецессивности. Таким образом, менделевская теория наследственности противостоит идее наследования приобретенных в течение индивидуального развития признаков.

Опыты Менделя послужили основой для развития современной генетики – науки, изучающей два основных свойства организма – наследственность и изменчивость. За неполных 100 лет после вторичного открытия законов Г. Менделя генетика прошла триумфальный путь от натурфилософского понимания законов наследственности и изменчивости через экспериментальное накопление фактов формальной генетики к молекулярно-биологическому пониманию сущности гена, его структуры и функции.От теоретических построений о гене как абстрактной единице наследственности - к пониманию его материальной природы как фрагмента молекулы ДНК, кодирующего аминокислотную структуру белка, до клонирования индивидуальных генов, создания подробных генетических карт человека, животных, идентификации генов, мутации которых сопряжены с тяжелыми наследственными недугами, разработки методов биотехнологии и генной инженерии, позволяющих направленно получать организмы с заданными наследственными признаками, а также проводить направленную коррекцию мутантных генов человека, т.е. генотерапию наследственных заболеваний. Молекулярная генетика значительно углубила наши представления о сущности жизни, эволюции живой природы, структурно-функциональных механизмов регуляции индивидуального развития. Благодаря ее успехам начато решение глобальных проблем человечества, связанных с охраной его генофонда.

Уберечь генофонд человечества, всячески защищая его от рискованных вмешательств, и при этом извлечь максимальную выгоду из уже полученной бесценной информации в плане диагностики, профилактики и лечения многих тысяч наследственно обусловленных недугов - вот задача, которую необходимо решать уже сегодня.

# Терминология

Аберрация - измененная структура хромосомы, возникающая в результате разрыва, за которым обычно следует соединение разорванных концов в новых сочетаниях.

Автогамия - самоопыление, опыление в пределах цветка.

Автополиплоид (автоплоид) - организм, возникает в результате кратного увеличения одного и того же набора хромосом (2n, 3n, 4n и др.).

Аддитивный эффект - суммарное выражение однозначно действующих полимерных генов.

Аденин (6-Аминопурин) - азотистое основание, производное пурина, входящее в состав нуклеотидов ДНК и РНК.

Аллель (аллеломорфы, аллельные гены) - формы состояния одного и того же гена, находящиеся в одинаковых локусах гомологичных хромосом и контролирующие альтернативные (противоположные) признаки, возникшие в результате мутаций и менделирующие.

Адекватные изменения - изменения, возникающие в соответствии с действующим фактором.

Аллели множественные - несколько возникших путем мутации состояний одного локуса хромосомы, отличающихся по своему проявлению.

Аллополиплоид (аллоплоид) - полиплоидный организм, содержащий хромосомные комплексы двух или большего числа исходных видов.

Амосинтез - конъюгация хромосом у отдаленных гибридов.

Амитоз - прямое деление клетки путем перетяжки тела клетки и ядра.

Анафаза - стадия митоза и мейоза, в течение которой хроматиды или хромосомы, до этого соединенные в пары, расходятся к разным полюсам. Анемофилия (анемогамия) - ветроопыление.

Анеуплоид (гетероплоид) - организм, у которого уменьшено или увеличено число хромосом одной или нескольких гомологичных пар.

Антимутаген - вещество, предупреждающее или снимающее действие мутагенов.

Апогамия - развитие зародыша без оплодотворения из вегетативной клетки гаметофита или спорофита. Является одной из основ апомиксиса.

Апомиксис - размножение семенами, осуществляемое не обычным, половым путем, а каким-либо иным способом.

Археспорий - клетки внутреннего слоя микроспорангия пыльника, образующие материнские клетки микроспор.

Аутбридинг - скрещивание особей, состоящих между собой не в очень тесном родстве. Противоположностью А. является инбридинг.

Аутогамия - самоопыление.

Аутосома - обычная неполовая хромосома.

Ахроматин - вещество клеточного ядра не окрашивающееся характерными для хромосом красителями.

Бивалент - пара хромосом, состоящая из двух гомологичных или частично гомологичных хромосом, которые на определенных стадиях мейоза (от диплонемы до первой метафазы) конъюгируют друг с другом обычно объединены одной или несколькими хиазмами.

Возвратные скрещивания (беккроссы) - скрещивания, при которых гибриды F1 возвратно скрещиваются с одной из родительских форм.

Гамета - половая клетка (женская - яйцеклетка, мужская - сперматозоид или спермий) и несет гаплоидный набор хромосом).

Гаметофит - половое поколение у цветковых растений, которое несет половинное число хромосом, представляя собой, таким образом, гаплофазу в противоположность спорофиту, который развивается путем оплодотворения и представляет диплофазу.

Гемизиготность - случай, когда в хромосомном наборе особи имеется только одна из пары гомологичных аутосом, одна половая хромосома или пара разных половых хромосом. Гемизиготными по генам, находящимся и Х-хромосоме, являются особи гетерогаметного пола (XY и ХО).

Ген - участок молекулы ДНК, входящей в состав хромосомы, способный к редупликации изменению, контролирующий развитие определенного признака и являющийся структурной и функциональной дискретной единицей наследственности.

Генетика - наука о наследственности и изменчивости.

Ген -мутатор - ген, повышающий частоту мутаций в организме.

Геном - гаплоидный набор хромосом, совокупность генов в гаплоидном наборе хромосом.

Ген-оператор - ген, функционирующий как пусковой механизм. Под влиянием гена-регулятора он включает или прерывает синтез определенных ферментов.

Генотип - совокупность генов организма.

Генофонд - совокупность генов популяции, характеризующаяся определенной их частотой.

Ген-супрессор - ген, который подавляет активность другого гена, присутствующего в гомозиготном состоянии. При возникновении гена - супрессора наблюдается как бы обратная мутация из рецессивного состояния в доминантное.

Гетероаллели - аллели, расположенные в различных местах комплексного гена, что удается определить путем рекомбинации или иными способами.

Гетерогаметный - пол, образующий два типа гамет, влияющих на определение пола (например, содержащих Х- или Y-хромосому). Тот пол, который образует только один тип гамет (например, с Х-хромосомой), называется гомогаметным.

Гетерозигота - особь, образующая от слияния гамет, несущих различные аллели.

Гетерозис - увеличение размеров и мощности гибридов по сравнению с родительскими формами.

Гибрид - особь, полученная в результате скрещивания между генетически различающимися родительскими типами.

Гибридологический анализ - метод генетического анализа включающий точный статистический учет распределения по фенотипу, генотипу потомков, полученных от скрещивания двух родительских форм.

Гомологичные хромосомы - парные, морфологически неотличимые. В диплоидном наборе одна из гомологичных хромосом привнесена мужской гаметой, другая - женской.

Группа сцепления - совокупность всех генов, локализованных в одной хромосоме, вследствие чего они наследуются совместно (сцепленно).

Двойное оплодотворение - получение семенных - яйцеклетка сливается с одним спермием образуя двуплоидный зародыш, диплоидная центральная клетка зародышевого мешка сливается с другим спермием образуется триплоидный эндосперм.

Делеция - утрата одного из внутренних (не концевых) участков хромосомы (нехватка).

Диада - конечный результат редукционного деления мейоза. Клетка диады несет редуцированный набор хромосом.

Диакинез - последняя стадия профазы мейоза перед исчезновением ядерной оболочки.

Диплоид - организм с двумя гомологичными наборами хромосом в соматических клетках.

Диплонема - стадия профазы мейоза, в которой между гомологичными хромосомами или участками хромосом только что образовались хиазмы. В промежутках между хиазмами конъюгировавшие хромосомы отходят друг от друга.

Доминирование - явление, при котором один из аллелей гетерозиготы (доминантный аллель) оказывает более сильное влияние на соответствующий признак особи, чем другой аллель (рецессивный).

Дрейф генов или генетика - автоматические процессы - изменение генетической конституции популяции, вызываемое случайными причинами, например, малыми размерами популяции, где всегда находятся случайные факторы, вызывающие нарушение стабильности часто аллелей, передаваемых из поколения в поколение (дрейф генов не ведет к генотипическому приспособлению к среде).

Дупликация - структурное изменение хромосомы, при котором один из участков представлен в хромосомном наборе более одного раза.

Зигонема - одна из стадий в профазе мейоза, во время которой гомологичные хромосомы начинают конъюгировать.

Зигота - клетка, образующаяся при слиянии двух гамет.

Инбредный минимум - стадия, наступающая после длительного периода инбридинга.

Инбридинг - принудительное самоопыление перекрестноопыляющихся растений.

Инверсия - изменение в положении хромосомного участка, при котором он поворачивается на 180 градусов, возникающее в результате двух или большего числа разрывов.

Интеркинез - стадия между первым и вторым делениями мейоза или между двумя митозами.

Интерсекс - индивид, занимающий промежуточное положение между самкой и самцом.

Интерференция - препятствие к возникновению нового перекреста между двумя гомологичными хромосомами в участках, лежащих по соседству с местами, где уже произошел перекрест.

Интерфертильность - плодовитость при скрещивании растений, принадлежащих к различным самостерильным группам (растения, принадлежащие к одной такой группе, интрастерильны).

Интрогрессия - внедрение генов одного вида в другой при спонтанной межвидовой гибридизации.

Информационная РНК - РНК, переносящая информацию от генов к рибосомам, в которых происходит синтез белка и являющейся матрицей при построении специфических белков.

Исходный материал - культурные и дикие формы, используемые для селекционной работы.

Канцерогенный - вызывающий злокачественный рост.

Кариотип - совокупность особенностей хромосомного комплекса касающихся числа и формы хромосом.

Квадривалент (тетравалент) - группа из четырех гомологичны и хромосом, отдельные участки которых конъюгируют друг с другом встречаются в мейозе в период между зигонемой и первой метафазой.

Клон - совокупность всех потомков, полученных от одной исходной особи путем вегетативного размножения или апомиктического образования семян.

Кодон (триплет) - единица генетического кода, кодирующая определенную аминокислоту, входящую в состав молекулы белка в процессе его биосинтеза.

Комбинационная способность - способность одного родителя (линии, клона) в сочетании с другим родителем (линией, клоном) давать, потомство, характеризующееся определенным уровнем признака или свойства.

Комбинационная способность общая (ОКС) - представляет средними ценность одного родителя (линии, клона) на основе его поведения и скрещивании с другими родителями (линиями, клонами). Оценки проводится по потомству на основе диаллельных скрещиваний, методом топ-кросса, поликросса или свободного опыления (см. топкросс).

Комбинационная способность специфическая (СКС) - поведение родителя X в скрещивании с родителем Y. Средняя ценность (Мху) родителя X относительно родителя Y вычисляется по формуле:

Мху = ОКСх + ОКСу + СКСху

Комплементарные гены - два доминантных гена, которые по отдельности не оказывают никакого действия, но вместе вызывают развитие определенного признака.

Кроссинговер - перекрест хромосом, в результате которого между ними происходит обмен гомологичными участками.

Лептонема - стадия в течение профазы мейоза, во время которой хромосомы растянуты, имеют форму нитей и еще не спарены.

Летальный ген - ген, наличие которого, особенно в гомозиготном состоянии приводит организм к гибели.

Материнский тип наследования (эффект) - передача признака исключительно по женской линии, обуславливаемая факторами цитоплазмы или пластидами.

Мегаспора - у цветковых растений одна из четырех клеток тетрады, которые образуются в результате мейоза в материнской клетке мегаспоры в семяпочке. Одна из мегаспор дает впоследствии зародышевый мешок.

Мейоз - особый тип деления происходящий при образовании спор у растений или половых клеток у животных. Состоит из 2-х делений редукционного и эквационного в результате деления образуется тетрада клеток с гаплоидным набором хромосом каждая.

Метафаза - стадия митоза или мейоза, в которой хромосомы собираются на экваторе веретена, образуя гак называемую хромосомную или метафазную пластинку.

Микроспора - у цветковых растений одна из четырех клеток, образующихся в пыльнике в результате мейоза.

Митоз - происходит при делении соматических клеток, в результате образуется две дочерние клетки, содержащих двойной набор хромосом (2п).

Многократное скрещивание (поликросс) - метод селекции, используемый для нахождения клонов, которые при скрещивании со многими другими клонами того же вида дают наилучший средний результат.

Модификация - фенотипическое изменение, вызванное влиянием окружающих условий.

Моногибрид - гибрид, гетерозиготный по одной паре аллелей.

Моносомик - организм, в котором определенная хромосома представлена в единственном числе. У диплоидных видов моносомик имеет на одну хромосому меньше, чем нормальный набор, и поэтому обозначают 2п - 1 или 2х - 1.

Мультивалент - объединение более чем двух гомологичных хромосом в мейозе (от зигонемы до первой метафазы). Мутаген - фактор, вызывающий мутацию.

Мутант - организм, отличающийся от первоначального типа индивидуальным отклонением, возникшим в результате мутации.

Мутация - наследственное изменение, не вызванное рекомбинацией генов. Мутация подразумевает химическое изменение гена, структурное изменение хромосомы или числа хромосом.

Нерасхождение - случай, когда две гомологичные хромосомы или хроматиды отходят во время анафазы к одному и тому же полюсу.

Нередуцированная гамета - гамета, имеющая соматическое число хромосом вместо обычного половинного.

Несовместимость - затрудненность скрещивания между двумя особями, делающая невозможным оплодотворение. Понятие несовместимости распространяется также на те случаи у цветковых растений, когда образование зародышей происходит, но полученные семена не способны прорастать.

Нестабильный ген - ген с высокой частотой мутаций.

Норма реакции - специфический способ реагирования на изменение окружающих условий, зависящий от природы генотипа.

Нулисомик - организм, полностью утративший один из типов хромосом, которые в норме встречаются у данного вида. У диплоидных видов нулисомики обозначают 2п - 2 или 2х - 2. Нулисомики жизнеспособны только у аллополиплоидов или у определенных структурных гетерозигот.

Обратная мутация - мутация, в результате которой мутантный аллель вновь превращается в исходный аллель. В таких случаях обычно происходит мутация рецессивного аллеля в доминантный аллель дикого типа.

Октоплоид - организм, клетки которого содержат 8 геномов.

Относительная сексуальность - способность гамет функционировать в одних скрещиваниях в качестве мужских гамет, а в других - в качестве женских.

Панмиксия - случайное скрещивание без отбора в популяции. Партеногенез - развитие зародыша из неоплодотворенной яйцеклетки.

Пахинема - стадия профазы мейоза, в которой гомологичные хромосомы располагаются друг после друга (конъюгируют) и хромомерные структуры ясно видны.

Пенетрантность - способность генотипа проявляться в фенотипе.

Перекрест - обмен между гомологичными участками гомологичных хромосом (см. Кроссинговер).

Плазмотип - часть генотипа, локализованная вне хромосом, то есть в других частях клетки.

Плазмон - совокупность генетических свойств цитоплазмы у данного вида.

Пластом - совокупность генетических свойств пластид у данного

вида.

Плейотропия - способность гена оказывать влияние одновременно на несколько признаков организма.

Полигены - гены, определяющие развитие количественных признаков.

Полимерия - наличие различных генов, оказывающих суммарное воздействие на развитие одного и того же признака.

Полиморфизм - наличие в популяции разных форм, обусловленное генотипической изменчивостью. Полиморфизм в популяции может быть сбалансированным, если определенные гетерозиготы более жизнеспособны, чем соответствующие гомозиготы.

Полиплоидия - наличие в пределах вида форм с различными числами хромосом, кратными одному основному числу.

Половая хромосома - хромосома, определяющая пол и обычно представленная у двух разных полов по-разному.

Профаза - стадия митоза или мейоза, охватывающая преобразования клеточного ядра в период до растворения ядерной оболочки.

Псевдогамия - апомиктическое образование семян, для которого необходимо опыление: однако при этом происходит оплодотворение не яйцеклетки, а центрального ядра. Поэтому псевдогамия представляй собой явление, промежуточное между нормальным половым процессом и типичным апокомиксисом.

Пыльцевое зерно - своего рода гаплофаза у цветковых растений, возникающая путем мейоза из материнских клеток пыльцы. Каждая такая материнская клетка дает начало четырем пыльцевым зернам. Непосредственно после мейоза пыльцевое зерно содержит только одно ядро, которое затем подвергается митозу, ведущему к образованию одной генеративной и одной вегетативной клетки.

Расщепление - появление в потомстве гетерозигот четко различимых категорий особей со специфическими особенностями. При расщеплении наблюдаются определенные соотношения потомков по фенотипу и генотипу.

Рекомбинация - перегруппировка генов при образовании гамет у гибрида, ведущая к новым сочетаниям признаков у потомства.

Рекон - наименьшая единица генетических рекомбинаций.

Реципрокные скрещивания - скрещивания между двумя родительскими типами А и В, в одном из которых А служит материнской формой, а в другом - отцовской.

Рибосома - клеточная частица, в которой происходит синтез белка.

Рибосомная РНК (r-РНК) - РНК, находящаяся в рибосомах и образующая основную массу РНК клетки.

РНК— переносчик (см. Транспортная РНК).

РНК- посредник (см. Информационная РНК).

Самостерильность - неспособность к самооплодотворению.

Сверхдоминирование - гетерозис, наблюдаемый при моногибридном скрещивании. При этом гетерозиготаАа превосходит по мощности гомозиготыааиАА.

Спутник - короткий концевой участок хромосомы, отделенный от остальной ее части нитевидной вторичной перетяжкой; нередко диаметр спутника меньше, чем диаметр всей остальной хромосомы.

Стерильность - уменьшение или угнетение способности производить потомство половым путем.

Структурный ген - ген, который в сотрудничестве с геном-оператором и геном-регулятором способен продуцировать специфический фермент или пептид.

Сцепление - связь между генами, исключающая возможность их независимого наследования. Сцепление бывает обусловлено локализацией генов в одной и той же хромосоме.

Телофаза - стадия митоза и мейоза, представляющая собой переход между анафазой и интеркинезом.

Тетрада - группа из четырех клеток (микроспоры), которые образуются в результате мейоза материнских клеток растений (микроспорогенез).

Тетрадный анализ - определение генотипа особи по генотипу микроспор тетрады в том случае, если разные генотипы микроспор имени различное фенотипическое проявление (например, разную степень окрашивания).

Тетраплоид - организм, клетки которого содержат 4 генома.

Тетрасомик - организм, у которого определенный тип хромосом представлен четыре раза.

Точковая мутация - мутация, затрагивающая минимальный участии хромосомы.

Трансгетерозигота - гетерозигота, по двум локусам у которой рецессивные аллели локализованы в различных хромосомах.

Трансгрессия - появление в F1 или последующих поколениях таких особей, у которых какой-либо признак выражен сильнее, чем v родительских форм.

Трансдукция - передача инфицирующими бактериальную клетку бактериофагами частей бактериальной хромосомы другим бактериям, которые вследствие этого генетически изменяются.

Транслокация - переход какого-либо участка хромосомы в новое положение в той же самой хромосоме или чаще в другой негомологичной хромосоме. Транслокации почти всегда реципрокны, т. е. различные участки меняются местами один с другим.

Транспортная РНК (РНК-переносчик, растворимая РНК, S-PHK) - РНК, которая переносит соответствующие аминокислоты к определенным участкам информационной РНК, служащей матрицей.

Трансформация - генотипическое изменение какого-либо бактериального штамма вследствие поглощения нуклеиновой кислоты (ДНК) бактерий другого штамма.

Триплет - кодирующая единица, состоящая из трех оснований нуклеотидов.

Триплоид - организм, клетки которого содержат 3 генома.

Трисомики - особи, у которых определенный тип хромосом представлен три раза. У диплоидных видов хромосомный набор три-сомика содержит на одну хромосому больше, чем обычно, и его можно обозначить 2n + 1 или 2х + 1.

Унивалент - неконъюгировавшая хромосома в мейозе.

Фрагментация - разрыв хромосом на два или больше число участков.

Фенотип - совокупность фенов и внешних признаков. Фенотип представляет собой результат взаимодействия между генотипом и окружающей средой.

Фертильность - плодовитость.

Химера - особь, состоящая из генетически различных клеточных слоев тканей при прививках, соматических мутациях, пересадках тканей, нарушении митоза.

Хроматида - одна из двух нитей, составляющих хромосому.

Хромомеры - маленькие тельца в виде точек или зерен на хромосомной нити.

Хромосомы - самовоспроизводящиеся элементы клеточного ядра, окрашивающиеся основными красителями и несущие генетическую информацию. Для каждого вида растений и животных характерно определенное постоянное число хромосом в клетках В соматических клетках их число диплоидное (2n), в половых - гаплоидное (n).

Центромера (кинетохор) - участок хромосомы, направляющий движение хромосом к полюсам в мейозе и митозе. На определенных стадиях центромера удерживает вместе две хроматиды, из которых состоит каждая хромосома. У некоторых растений и насекомых нет обособленнойцентромеры; в этих случаях говорят о диффузной центромере.

Цистрон - линейно упорядоченная совокупность кодонов, кодирующая определенную молекулу белка.

ЦМС - цитоплазматическая мужская стерильность.

Чистая линия - гомозиготная особь, образовавшаяся в результате самооплодотворения.

Эндомитоз - удвоение хромосом внутри неделящегося клеточного ядра. Эндомитоз приводит к эндополиплоидии.

Эпистаз - взаимодействие между генами, принадлежащими к разным парам аллелей. Доминантный эпистаз: доминантный аллель одной из пар подавляет проявление доминантного аллеля другой пары (ген А может эпистатировать над геном В, который в этом случае оказывается гипостатичный по отношению к гену А). Рецессивный эпистаз рецессивный аллель эпистатичного гена в гомозиготном состоянии подавляет действие доминантного и рецессивного аллеля гипостатичного гена (аа>В-, aa>bb).

Эуплоид - организм с числом хромосом, кратным основному числу.

Эухроматин - вещество хромосом, которое в покоящемся ядре не окрашивается или окрашивается слабо, В митозе и мейозе это вещество может окрашиваться сильно.

Ядро — открыто Брауном (1835) - это живая составная часть клетки, состоит из белковых коллоидов имеет определенную форму и структуру. Основные структурные элементы клеточного ядра: хромосомы, ядрышко, кариолимфа.

# Список использованной литературы

1. Ващенко, Т.Г. Генетика - Сборник задач / Т.Г. Ващенко, Н.Т. Павлюк, С.В. Гончаров Г.Г. Голева, И. А. Русанов. - Воронеж, 2004.
2. Генетика. Учеб.для вузов. / под ред. Академика РАСХН А.А.Жученко.-М.: КолосС, 2005. - 479 с.
3. Ефремова, В.В. Генетика / В.В. Ефремова, Ю.Т. Аистова. - Краснодар,2001.
4. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений. - Самара, 2003. - 275 с.
5. Погиба, С.П. Генетика: учеб.пособие / С.П. Погиба, Г.А. Курносова, Е. В. Казанцева. - М.: Изд-во Московского гос. Ун-та леса, 2002. - 136с.