

Лекция 8-9. Изменчивость и её типы. Селекция

1. Изменчивость и ее виды.
2. Селекция.
3. Центры происхождения культурных растений.
4. Основные методы селекции животных и растений

1. Изменчивость и ее виды

Изменчивость - способность организмов изменять свои признаки; и свойства под воздействием различных факторов окружающей среды.

Изменчивость - свойство противоположное наследственности, но изменчивость неразрывно связана с наследственностью. Наследственность обеспечивает сохранение сходства и различий организма в поколениях, а изменчивость есть вариации признаков в результате влияния внешней среды и изменений генетической информации.

Анализируя формы изменчивости, Дарвин выделяет три:

- определенную
- неопределенную
- коррелятивную.

Определенная, или групповая изменчивость, возникает под влиянием факторов среды, воздействующих на нее особи вида, и не передается по наследству.

Неопределенная или индивидуальная изменчивость проявляется, у каждой особи специфично. Дарвин не знал причины этого явления, но считал, что это вид изменчивости имеет большое значение для эволюции, благодаря ее наследственному характеру.

Коррелятивная или соотносительная изменчивость, вызывает изменения разных органов, взаимосвязанные друг с другом (белые кошки-самцы с голубыми глазами обычно глухи). Эта изменчивость так же является наследственной и играет важную роль в эволюционном процессе, поставляя богатый материал для селекции и естественного отбора.

Современная наука выделяет два вида изменчивости модификационную и наследственную. Главным фактором эволюции является наследственная изменчивость. Так как только передача изменившихся признаков следующим поколениям, может вызвать эволюционные изменения.

Модификационная изменчивость (ненаследственная или фенотипическая) - изменения признаков организма, вызванные факторами внешней среды и не связанные с изменениями генотипа. Модификации не наследуются и сохраняются лишь на протяжении жизни данного организма.

Модификации, в свою очередь, могут влиять на работу генов и активность ферментов. Например, воздействие низких температур; снижает активность ферментов, что ведет к уменьшению роста растений и замедлению реакций обмена. Однако эти воздействия не влияют на структуру гена, а значит, не наследуются.

Развитие признака под действием факторов среды происходит не безгранично. Степень его выраженности может варьировать (у коров различных пород количество молока при одинаковых условиях содержания будет различно). Пределы, в которых возможно изменение признака у организма с определенным генотипом, называются нормой реакции.

Модификационная изменчивость характерна для всех организмов вне зависимости от способа размножения, вида и условий внешней среды.

Эволюционное значение модификационной изменчивости заключается в том, что они позволяют организмам приспособиться к изменяющимся условиям среды. Следовательно, естественный отбор благоприятствует генотипам с определённой широтой нормы реакции в зависимости от характера изменений условий внешней среды.

Мутационная (генотипическая) изменчивость

Наследственная изменчивость в отличие от модификационной изменчивости вызывает изменения генотипа, передающееся по наследству.

Виды наследственной изменчивости:

а) генотипическая:

- мутационная (геномные мутации; генные мутации; хромосомные мутации);
- комбинативная;

б) цитоплазматическая (изменчивость пластид и митохондрий имеющих свой генетический аппарат).

1. Комбинативная изменчивость.

а) В основе комбинативной изменчивости лежит процесс мейоза и полового размножения. При половом размножении сочетание генотипов родителей составляет генотип потомков. В результате комбинации генов возникает огромное количество уникальных генотипов. Одинаковые генотипы могут быть только у однояйцовых близнецов.

б) Источники комбинативной изменчивости:

- рекомбинация генов, основанная на перекресте хромосом в профазе 1-ого деления мейоза, с последующим обменом участками (кроссинговер). В результате возможно появление признаков, несвойственных родителям;

- независимое расхождение гомологичных (парных) хромосом в анафазе первого деления мейоза (основа третьего закона Менделя);

- случайная встреча гамет при оплодотворении. Генотип зиготы (например, пол ребенка) зависит от случайной комбинации гамет.

Все три источника комбинативной изменчивости действуют одновременно и независимо. Легко возникают новые комбинации генов, которые могут позволить живым организмам получить преимущество в определенной среде обитания. Для закрепления желательных признаков селекционеры используют близкородственные скрещивания, которые повышают вероятность встречи одинаковых гамет.

2. Мутационная изменчивость.

Мутации - это внезапные скачкообразные и ненаправленные, устойчивые изменения генотипа. Мутации могут затрагивать целые хромосомы, их части и отдельные гены. Основные положения мутационной теории разработаны Г. Де Фризом в 1901-1903 гг.

По характеру изменения генома различают несколько типов мутаций: геномные, хромосомные, генные.

а) Геномные мутации - это изменение числа хромосом в геноме.

Полиплоидия - это кратное увеличение гаплоидного набора хромосом (триплоидные организмы (3n), тетраплоидные (4n) гексаплоидные (6n) и т. п.).

Чаще всего полиплоиды образуются при нарушении расхождения хромосом клетки в митозе. Причинами могут быть физические факторы среды (высокая и низкая температура, радиация) и химические факторы (хлороформ, эфир и т. п.). Полиплоидия более часто встречается у растений. У животных очень редко, т. к. она вызывает нарушение в соотношении половых хромосом и затрудняет определение пола, что ведет к появлению бесплодных или маложизнеспособных особей. В природе полиплоидные растения часто встречаются в арктических и альпийских зонах. Считается, что это связано с их повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам среды.

Наряду с полиплоидией у растений, животных и человека встречаются анеуплоидные формы - нормальное число хромосом уменьшается или увеличивается меньше чем на целый набор хромосом. Это явление вызвано нерасхождением хроматид отдельных хромосом в митозе. Анеуплоидные растения обладают низкой жизнеспособностью, а у человека это явление нередко приводит к бесплодию или вызывает хромосомные болезни (болезнь Дауна и т. п.). Анеуплоидные формы часто используются в селекции растений. Таким путем получены новые формы пшеницы, устойчивые к ряду заболеваний.

б) Хромосомные мутации - это перестройки хромосомы. Их можно увидеть и изучить под световым микроскопом.

Виды перестройки хромосом:

- нормальный порядок генов А В В Г Д Е

- удвоение участка (дупликация) А Б В В Г Д Е

- нехватка участка (делеция) А В Г Д Е

- поворот участка на 180° (инверсия) А В Г Д Е

- перемещение участка на нехомологичную хромосому (транслокация) А Т М Г Д Е

- нехватка концевых участков хромосом (дефиценсы) А Б В Г

Хромосомные мутации приводят к изменению функционирования генов и часто имеют фенотипические проявления.

в) Генные мутации или точковые мутации - результат изменения нуклеотидной последовательности молекулы ДНК в определенном участке хромосомы. Они приводят к тому, что мутантный ген либо перестает работать и тогда не синтезируется соответствующий белок, либо синтезируется белок с измененными свойствами. Большая часть генных мутаций не проявляется фенотипически, т. к. они рецессивны. Они накапливаются в популяции в значительном количестве и проявляются в гомозиготном состоянии, создавая возможность для эволюционных преобразований под действием естественного отбора.

Доминантные генные мутации проявляются в фенотипе сразу и закрепляются в случае их положительного влияния на организм в данных условиях среды.

Причины возникновения генных мутаций:

- ультрафиолетовые лучи;

- ионизирующее облучение (радиация, рентгеновское излучение)

- химические мутации.

В связи с тем, что большинство мутаций вредны для организма, часть нейтральны и только некоторые полезны, повышение концентрации мутагенных факторов в окружающей среде представляют опасность для человека и других живых организмов.

У близкородственных видов возникают сходные мутации, поэтому можно предположить какие мутации возникнут у родственных видов в сходных условиях. Это явление было открыто Н. И. Вавиловым. В 1920 г. он сформулировал закон гомологических рядов:

Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов.

Этот закон широко используется в сельском хозяйстве, селекции, медицине.

2. Селекция

Все современные сорта растений, породы животных и штаммы микроорганизмов созданы благодаря селекции. Порода, сорт и штамм - это искусственно, полученные популяции животных, растений и микроорганизмов с определенным комплексом признаков, полезных для человека. Слово «селекция» означает отбор, но в широком смысле этого слова селекция - это комплексная наука, направленная в основном на создание полезных для человека качеств у живых организмов. Процесс селекции, по словам Н. И. Вавилова, "представляет собой эволюцию, направляемую волей человека".

Селекция, как род практической деятельности людей, возникла около 20-30 тыс. лет до н. э. Ее первым этапом было одомашнивание и отбор животных и растений с наиболее полезными для человека качествами (искусственный отбор).

Современная селекция базируется не только на учении об отборе, но и на основе генетики. Сейчас генетика занимает одно из самых важных мест в селекции.

Наряду с генетикой все большее значение для селекции играют биотехнология, геновая и клеточная инженерия, которые позволяют создавать живые организмы с заранее заданными свойствами.

Выдающийся вклад в развитие генетики и селекции внесли русский ботаник, генетик, растениевод и географ Николай Иванович Вавилов (1887-1943) и его сотрудники.

Н.И. Вавилов многие годы изучал наследственную изменчивость у культурных растений семейства злаковых и их диких предков. В соответствии с вариантами изменчивости он расположил в определенном порядке генетически близкородственные виды и роды. Проанализировав результаты, он обнаружил, что близкородственные виды и роды благодаря большому сходству их генотипов обладают сходной наследственной изменчивостью. Эта закономерность известна под именем закона гомологических рядов в наследственной изменчивости.

Этот закон формулируется следующим образом: "Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости".

Зная наследственные изменения у одного вида, можно предвидеть нахождение сходных изменений у родственных видов и родов. Закон гомологических рядов справедлив для всех представителей живого мира, например, у грызунов существуют гомологические ряды по окраске шерсти. Он имеет важное практическое значение, так как облегчает поиски наследственных уклонений для отбора. Руководствуясь этим законом, можно предсказывать, какие мутантные формы должны возникнуть у близкородственных видов в определенных условиях.

3. Центры происхождения культурных растений

Н.И. Вавилов долгие годы своей жизни посвятил вопросу, где в природе можно найти наибольшее многообразие культурных растений. В результате изучения этого материала Н.И. Вавилов сделал вывод, что для разных культурных растений существуют центры, где сосредоточено наибольшее число сортов, разновидностей, т. е. центры многообразия. Большинство центров совпадают с древними очагами земледелия, расположенными, в основном, в горных областях тропических и субтропических зон. Н.И. Вавилов сделал вывод, что эти центры многообразия являются и районами происхождения сортов данной культуры.

В настоящее время выделяют 7 (иногда 8) центров происхождения культурных растений (таблица 1):

Таблица 1.

Центры происхождения культурных растений

Название центра	Географическое положение	Одомашненные растения
1. Южно-азиатский тропический центр	Тропическая Индия, Индокитай, Южный Китай, о-ва Юго-восточной Азии.	Около половины известных культурных растений. Рис, сахарный тростник, черный перец, цитрусовые, бананы, сахарная пальма, саговая пальма, хлебное дерево и т. Д.
2. Восточно-азиатский	Центральный и Восточный Китай, Япония, остров Тайвань, Корея.	-20% мирового многообразия Соя, просо, гречиха, слива, вишня, рис, шелковица, редька и др.

3. Юго-Западный азиатский	Малая Азия, Средняя Азия, Иран, Афганистан, Юго-Западная Индия	14% мировой культурной флоры. Пшеница, рожь, бобовые, лен, конопля, виноград, абрикос, груша, моркови лук, миндаль, грецкий орех.
4. Средиземноморский центр	Страны по берегам Средиземного моря	11% культурных растений. Маслины, кормовые растения (клевер, чечевица и т.п.), капуста, сахарная свекла, брюква.
5. Абиссинский	Абиссинские нагорья Африки, древнейший центр земледелия	Зерновое сорго, бананы (один вид), нут, твердая пшеница, ячмень, кофе, хлопчатник, арбуз, кунжут
6. Центрально-Американский	Южная Мексика	200 видов культурных растений. Кукуруза, длинноволокнистый хлопчатник, какао, тыква, табак, фасоль, красный перец.
7. Андийский (Южно-Американский)	Западное побережье Южной Америки (Андиийский горный хребет).	Картофель, ананас, кокаиновый куст, хинное дерево, фасоль, томаты, арахис.

Большинство культурных растений связано в своем происхождении с одним или несколькими (бананы, рис, фасоль) географическими центрами. О происхождении и систематическом положении культурных растений судят на основе изучения структуры хромосом сравнительно-морфологического, физиологического исследования.

Изучение многообразия и происхождения культурных растений имеет и большое практическое значение. Скрещивания культурных сортов с дикорастущими предками или отдаленными сортами повышает их жизнестойкость, сопротивляемость болезням, урожайность и т. п.

4. Основные методы селекции животных и растений

- гибридизация;
- искусственный отбор;
- полиплодия
- мутагенез
- генная инженерия.

1. Искусственный отбор.

Для того чтобы селекция давала хорошие результаты, необходим правильный подбор исходного материала. Его ведут с учетом морфологических, биологических и «хозяйственных признаков родительских форм и возможных результатов скрещивания.

Подбор исходного материала для селекции животных и растений начался на заре человеческой цивилизации, когда люди отбирали среди диких животных и растений те, которые они впоследствии одомашнили (начали выращивать, превратив в культурные формы). Одомашнивание - процесс превращения диких животных и растений в культурные формы. Главным фактором одомашнивания служит искусственный отбор организмов, отвечающих требованиям человека.

Показатели отбора животных:

1. Отбор животных, способных к контактам с человеком и возможность их содержания в неволе.
2. Наличие качеств, необходимых человеку (мясо, молоко, шерсть, яйца, помощь на охоте, и т. п.).

Основные показатели отбора растений:

1. Отбор особей, которые обладают желательными для человека признаками.
2. Приспособленность растений к местным условиям среды.

В основе селекционного процесса лежит искусственный отбор - выбор человеком наиболее ценных в хозяйственном отношении, особей животных или растений.

Виды искусственного отбора:

- бессознательный - возникает на первых этапах одомашнивания человеком животных и окультуривания растений;
- методический - отбор растений и животных в определенном направлении и по определенным признакам; (сформировался ко второй половине XVIII век);
- индивидуальный - выделение отдельных особей с интересующими человека признаками и получению от них потомства;
- массовый - выделение из исходного материала целой группы особей, которые обладают желательными для селекции признаками.

Так как искусственный отбор ведется по отдельным интересующим человека признакам, это часто приводит к снижению жизнеспособности организмов.

2. Гибридизация. Отобранные по интересующим селекционера признакам родительские формы подвергаются скрещиванию с целью получения гибридов, сочетающих ценные свойства обоих родителей гибридизации.

Гибридизация может осуществляться при помощи простых и сложных скрещиваний.

Простые скрещивания – парные скрещивания между родительскими формами, производимые однократно.

Сложные скрещивания, – в которых используются более чем две родительские формы или происходит повторное скрещивание; гибридного потомства с одним из родителей.

Виды гибридизации:

- Близкородственная (инбридинг):

Скрещивание между близкими родственниками для получения гомозиготных (чистых) линий с желательными признаками, т. е. для закрепления необходимых признаков.

- Неродственная (аутбридинг)

Скрещивание отдаленных пород или сортов, отличающихся контрастными признаками, т.е. отдаленная гибридизация. Внутривидовое, межвидовое, межродовое скрещивание, ведущее к получению гетерозиготных популяций и проявлению гетерозиса. Гетерозис высокая жизнеспособность, возникающая в результате скрещивания. У животных получающееся потомство бесплодно (мул-гибрид осла и лошади). У растений для получения плодовых гибридов применяют полиплоидию (увеличение количества гаплоидных наборов хромосом более чем в 2 раза). Методом отдаленной гибридизации был получен капустно-редечный гибрид, гибрид пырея и пшеницы, давший ценных сортов, например, многолетнюю пшеницу

3. Гетерозис.

Явление гетерозиса наблюдается и у растений, и у животных. В растениеводстве явление гетерозиса широко применяется в выращивании кукурузы.

Классическим примером гетерозиса у животных является результат отдаленной гибридизации - мул. Он возник в результате скрещивания осла и лошади. Эти животные отличаются от родительских форм повышенной выносливостью, силой и жизнеспособностью, но они бесплодны.

4. Полиплоидия.

Наряду с гетерозисом в растениеводстве широко используется полиплоидия. Полиплоидия - кратное увеличение набора хромосом в ядрах клеток организма. Большинство культурных растений являются полиплоидными. Это объясняется тем, что у полиплоидов клетки обычно крупнее, чем у диплоидов. Существует два основных типа полиплоидии - автополиплоидия и аллополиплоидия.

Автополиплоиды – имеют увеличенный по сравнению с диплоидным набор хромосом (пшеница, картофель, сахарная свекла и т. п.).

Аллополиплоиды - имеют в геноме суммированные наборы хромосом разных видов. Они образуются при межвидовых скрещиваниях. Примером аллополиплоидов являются многие отдаленные растительные гибриды (капустно-редечный гибрид, ржано-пшеничная форма - тритикале).

У животных полиплоидия встречается крайне редко. Однако у некоторых (не хордовых) животных она возможна. Примером полиплоидного домашнего животного является новая форма тутового шелкопряда. Она была создана отечественным ученым Б. Л. Астауровым. Используя отдаленную гибридизацию и полиплоидию, он создал аллополиплоидную форму тутового шелкопряда, объединившую в своем геноме хромосомы двух разных видов.

5. Искусственный мутагенез.

В селекционной работе в последнее время широко применяется искусственный мутагенез – получение мутаций, контролируемое человеком, под воздействием рентгеновских, ультрафиолетовых, гамма - и тепловых лучей, низких и высоких температур, химических веществ и др.

Большинство мутантов не имеют хозяйственно ценных признаков или мало-жизнеспособные особи. Однако, часть искусственных мутаций вызывают ценные для человека изменения свойств организмов.

Этот метод особенно эффективен в селекции микроорганизмов (грибов, водорослей, бактерий). Микроорганизмы используются в пищевой промышленности, в производстве лекарств, гормонов.

В селекции микроорганизмов также используются методы клеточной инженерии и биотехнологии.

6. Генная инженерия - целенаправленное создание новых комбинаций генов в молекуле ДНК in vitro (в пробирке). Результатом являются «гибридные» или рекомбинативные молекулы ДНК. Сегодня известно несколько способов получения генов кодирующих новые белки:

- Химический синтез ДНК с нужной последовательностью нуклеотидов.

- Выделение готовых генов из множества генов, имеющих в составе ДНК клеток данного типа.

7. Биотехнология - использование живых организмов и биологических процессов в производстве. Такие отрасли как хлебопечение, сыроварение, виноделие относятся к биотехнологическим процессам и известны с незапамятных времен. Современная биотехнология характеризуется использованием биологических методов борьбы с загрязнением окружающей среды (биологическая очистка водоемов), с

сельскохозяйственными вредителями и болезнями, производством ценных биологически активных веществ (антибиотиков, ферментов ит.п.)

Для успешной селекции необходимо применять всю совокупность методов селекции с учетом потребности человека и условий жизни организмов.