

Глава 7. Основные закономерности явлений наследственности.

Задание: § 26 Моногибридное скрещивание. Первый и второй законы Менделя.

1. Внимательно изучить тему.

2. **Запишите** в конспект сущность первого и второго закона Менделя.

3. **Запишите** вопросы и **ответите** на них.

4. Выслать скрин или фото таблицы с ответами мне на !!! электронную почту vg.shadrin@mail.ru (вопрос – ответ) (стр. 100)

РАЗДЕЛ III ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

Глава VII. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЯВЛЕНИЙ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

С незапамятных времен людей волновал вопрос о причинах сходства потомков и родителей, о природе вновь возникающих наследственных изменений. Наука и практика накопили к середине XIX в. огромный фактический материал. Но в чем причины сходства и различия организмов, долгое время установить не удавалось.

Первый шаг в познании закономерностей наследственности сделал выдающийся чешский исследователь Грегор Мендель. Он выявил важнейшие законы наследственности. Г. Мендель показал, что признаки организмов определяются *дискретными* (отдельными) наследственными факторами. Работа Г. Менделя отличалась глубиной и математической точностью. Однако она оставалась неизвестной почти 35 лет — с 1865 до 1900 г.

Переоткрытие законов Менделя вызвало стремительное развитие науки о наследственности и изменчивости организмов, получившей название *генетики*. Элементарные единицы наследственности стали называть *генами*. Было доказано, что гены расположены в хромосомах. Но молекулярная структура генов еще долгое время оставалась неизвестной.

В настоящее время установлено, что ген представляет собой участок молекулы ДНК. Ген определяет строение одного из белков живой клетки и тем самым участвует в формировании признака или свойства организма (см. § 14).

§ 26. Моногибридное скрещивание. Первый и второй законы Менделя

Гибридологический метод. Основной метод, который Г. Мендель разработал и положил в основу своих опытов, называют *гибридологическим*. Суть его заключается в *скрещивании* (*гибридизации*) организмов, отличающихся друг от друга по одному или нескольким признакам. Поскольку потомков от таких скрещиваний называют *гибридами*, то и метод получил название гибридологического.

Одна из особенностей метода Менделя состояла в том, что он использовал для экспериментов *чистые линии*, т. е. растения, в потомстве которых при самоопылении не наблюдалось разнообразия по изучаемому признаку. (В каждой из чистых линий сохраняется однородная совокупность генов.) Другой важной особенностью гибри-

ГРЕГОР МЕНДЕЛЬ (1822—1884) — выдающийся чешский ученый. Основатель генетики. Впервые обнаружил существование наследственных факторов, впоследствии названных генами.



дологического метода было то, что Г. Мендель наблюдал за наследованием *альтернативных* (взаимоисключающих, контрастных) *признаков*. Например, растения низкие и высокие; цветки белые и пурпурные; форма семян гладкая и морщинистая и т. д. Не менее важная особенность метода — точный количественный учет каждой пары альтернативных признаков в ряду поколений. Математическая обработка опытных данных позволила Г. Менделю установить количественные закономерности в передаче изучаемых признаков. Очень существенно было то, что Г. Мендель в своих опытах шел аналитическим путем: он наблюдал наследование многообразных признаков не сразу в совокупности, а лишь одной пары (или небольшого числа пар) альтернативных признаков.

Гибридологический метод лежит и в основе современной генетики.

Единообразие первого поколения. Первый закон Менделя. В том случае, когда родительские организмы отличаются друг от друга по одному изучаемому признаку, скрещивание называют *моногибридным*. Г. Мендель проводил опыты с горохом. Среди большого количества сортов он выбрал для первого эксперимента два, отличающиеся по одному признаку. Семена одного сорта гороха были желтые, а другого — зеленые. Известно, что горох, как правило, размножается путем самоопыления и поэтому в пределах сорта нет изменчивости по окраске семян. Используя это свойство гороха, Г. Мендель произвел искусственное опыление, скрестив сорта, отличающиеся цветом семян (желтым и зеленым). Независимо от того, к какому сорту принадлежали материнские растения, гибридные семена оказались только желтыми.

Следовательно, у гибридов первого поколения проявился признак только одного родителя. Такие признаки Г. Мендель назвал *доминантными*. Признаки, не проявляющиеся у гибридов первого поколения, он назвал *рецессивными*. В опытах с горохом признак желтой окраски семян доминировал над зеленой окраской. Таким обра-

зом, в потомстве гибридов Г. Мендель обнаружил *единообразие первого поколения*, т. е. все гибридные семена имели одинаковую окраску. В опытах, где скрещиваемые сорта отличались и по другим признакам, были получены такие же результаты: единообразие первого поколения и доминирование одного признака над другим. В дальнейшем это явление получило название *первого закона Менделя*.

Впоследствии генетики, изучая наследование разнообразных признаков у растений, животных, грибов, обнаружили очень широкое распространение явления доминирования.

Расщепление признаков у гибридов второго поколения. Второй закон Менделя. Из гибридных семян гороха Г. Мендель вырастил растения, которые путем самоопыления произвели семена второго поколения. Среди них оказались не только желтые семена, но и зеленые. Всего он получил 2001 зеленое и 6022 желтых семян. Таким образом, $\frac{3}{4}$ семян гибридов второго поколения имели желтую окраску и $\frac{1}{4}$ — зеленую. Следовательно, отношение числа потомков второго поколения с доминантным признаком к числу потомков с рецессивным оказалось равным 3:1. Такое явление он называл *расщеплением признаков*.

Сходные результаты во втором поколении дали многочисленные опыты по гибридологическому анализу других пар признаков. Основываясь на полученных результатах, Г. Мендель сформулировал свой *второй закон* — закон расщепления. *В потомстве, полученном от скрещивания гибридов первого поколения, наблюдается явление расщепления: четверть особей из гибридов второго поколения несет рецессивный признак, три четверти — доминантный.*

Гомозиготные и гетерозиготные особи. Для того чтобы выяснить, как будет осуществляться наследование признаков при самоопылении в третьем поколении, Мендель вырастил гибриды второго поколения и проанализировал потомство, полученное от самоопыления. Он выяснил, что $\frac{1}{3}$ растений второго поколения, выросших из желтых семян, при самоопылении производила только желтые семена. Растения, выросшие из зеленых семян, давали только зеленые семена. Оставшиеся $\frac{2}{3}$ растений второго поколения, выросшие из желтых семян, давали желтые и зеленые семена в отношении 3:1. Таким образом, эти растения были подобны гибридам первого поколения.

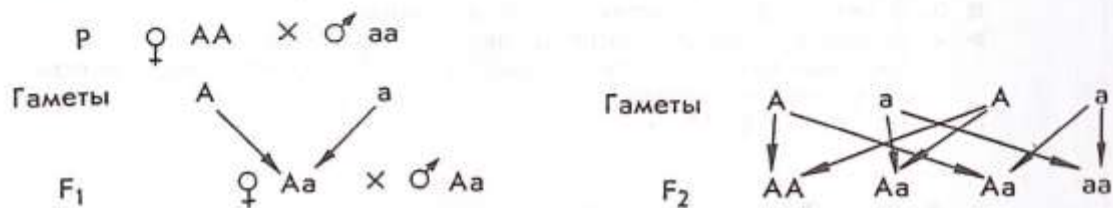
Итак, Менделем впервые был установлен факт, свидетельствующий о том, что растения, сходные по внешнему виду, могут резко отличаться по наследственным свойствам. Особи, не дающие расщепления в следующем поколении, получили название *гомозиготных* (от греч. «гомос» — равный, «зигота» — оплодотворенная яйцеклетка). Особи, в потомстве у которых обнаруживается расщепление, называются *гетерозиготными* (от греч. «гетерос» — другой).

Причина расщепления признаков у гибридов. Какова причина расщепления признаков в потомстве гибридов? Почему в первом, втором и последующих поколениях возникают особи, дающие в результате скрещивания потомство с доминантными и рецессивными при-

знаками? Обратимся к схеме, на которой символами записаны результаты опыта по моногибридному скрещиванию. Символы P , F_1 , F_2 и т. д. обозначают соответственно родительское, первое и второе поколения. Значок \times означает скрещивание, символ ♂ обозначает мужской пол (щит и копьё Марса), а ♀ — женский пол (зеркало Венеры).

Ген, отвечающий за доминантный желтый цвет семян, обозначим большой буквой, например A ; ген, отвечающий за рецессивный зеленый цвет, — малой буквой a . Поскольку каждая хромосома представлена в соматических клетках двумя гомологами, каждый ген также присутствует в двух экземплярах, как говорят генетики, в виде двух аллелей (см. § 27). Буква A обозначает доминантный аллель, а a — рецессивный.

Схема образования зигот при моногибридном скрещивании такова:



где P — родители, F_1 — гибриды первого поколения, F_2 — гибриды второго поколения.

Для дальнейших рассуждений необходимо вспомнить основные события, происходящие в мейозе. В первом делении мейоза происходит образование клеток, несущих гаплоидный набор хромосом (n). Такие клетки содержат только одну хромосому из каждой пары гомологичных хромосом, в дальнейшем из них образуются гаметы. Слияние гаплоидных гамет при оплодотворении ведет к образованию диплоидной ($2n$) зиготы. Процесс образования гаплоидных гамет и восстановление диплоидности при оплодотворении обязательно происходит в каждом поколении организмов, размножающихся половым способом.

Исходные родительские растения в рассматриваемом опыте были гомозиготными. Следовательно, скрещивание можно записать так: P ($AA \times aa$). Очевидно, что оба родителя способны производить гаметы только одного сорта, причем растения, имеющие два доминантных гена AA , дают только гаметы, несущие ген A , а растения с двумя рецессивными генами aa образуют половые клетки с геном a . В первом поколении F_1 все потомство получается гетерозиготным Aa и имеет семена только желтого цвета, так как доминантный ген A подавляет действие рецессивного гена a .

Такие гетерозиготные растения Aa способны производить гаметы двух сортов, несущие гены A и a . При оплодотворении возникают четыре типа зигот — $AA + Aa + aA + aa$, что можно записать как

$AA+2Aa+aa$. Поскольку в нашем опыте гетерозиготные семена Aa также окрашены в желтый цвет, в F_2 получается соотношение желтых семян к зеленым, равное 3:1. Понятно, что $\frac{1}{3}$ растений, которые выросли из желтых семян, имеющих гены AA , при самоопылении снова дает только желтые семена. У остальных $\frac{2}{3}$ растений с генами Aa , так же, как у гибридных растений из F_1 , будут формироваться два разных типа гамет, и в следующем поколении при самоопылении произойдет расщепление признака окраски семян на желтые и зеленые в соотношении 3:1.

Таким образом было установлено, что расщепление признаков в потомстве гибридных растений — результат наличия у них двух генов — A и a , ответственных за развитие одного признака, например окраски семян.

- 1. В чем особенность гибридологического метода?
- 2. Объясните термины: *гибриды, доминантные признаки, рецессивные признаки, гомозиготы, гетерозиготы, расщепление.*
- 3. В чем сущность второго закона Менделя?
- ▶ 4. Белый кролик (aa) скрещивается с черным кроликом (AA). Гибридные кролики скрещиваются между собой. Какое потомство у них получится?
- Повторите § 22.

§ 27. Генотип и фенотип. Аллельные гены

Аллельные гены. Итак, мы установили, что гетерозиготные особи имеют в каждой клетке два гена — A и a , отвечающие за развитие одного и того же признака. Гены, определяющие альтернативное развитие одного и того же признака и расположенные в идентичных участках гомологичных хромосом, называют *аллельными генами* или *аллелями*. Любой диплоидный организм, будь то растение, животное или человек, содержит в каждой клетке два аллеля любого гена. Исключение составляют половые клетки — гаметы. В результате мейоза количество хромосом в них уменьшается в 2 раза, поэтому каждая гамета имеет лишь по одному аллельному гену. Аллели одного гена располагаются в одном месте гомологичных хромосом.

Схематически гетерозиготная особь обозначается так: $\frac{A}{a}$.

Гомозиготные особи при подобном обозначении выглядят так: $\frac{A}{A}$ или $\frac{a}{a}$, но их можно записать и как AA и aa .

Фенотип и генотип. Рассматривая результаты самоопыления гибридов F_2 , мы обнаружили, что растения, выросшие из желтых семян, будучи внешне сходными, или, как говорят в таких случаях, имея одинаковый *фенотип*, обладают различной комбинацией генов, которую принято называть *генотипом*. Таким образом, явление до-