

Крисевич Т. О. – старший преподаватель кафедры общей биологии и ботаники

Менделизм или классическая генетика

Менделизм – это исследование наследственности путем экспериментов по выращиванию растений и разведению животных.

8 февраля 1865 года на заседании Брюннского общества естествоиспытателей Г. Мендель доложил результаты своих семилетних экспериментов по изучению законов наследования отдельных признаков. Научная работа называлась «Опыты над растительными гибридами».

В опытах Менделя изучаемые признаки обычно контролируются одним геном и демонстрируют простые доминантные или рецессивные взаимоотношения между аллелями. При получении многочисленного потомства подсчитывается доля различных фенотипов (совокупности внешних и внутренних признаков) и на их основе устанавливается генотип родителей. Мендель впервые показал, что наследование имеет дискретную природу и не является простым смешиванием признаков. Мендель сформулировал три закона, которые объясняли механизм наследования: закон единообразия первого поколения, закон расщепления, закон независимого комбинирования генов.

Закон единообразия первого поколения – при скрещивании гомозиготных родительских особей все потомство получается единообразным по анализируемому признаку и генотипу.

Закон расщепления – при скрещивании гибридных особей между собой во втором поколении проявляются признаки обеих родительских особей в определенных количественных соотношениях, что носит название расщепления. Это означает, что любой признак существует в двух факторах, которые находятся в соматических клетках, но только один из них передается отдельной гамете. Распределение этих факторов в гамете случайно. При наличии нескольких пар факторов, каждая пара разделяется независимо. Рассматриваемые факторы Мендель назвал «зародышевыми единицами» (в 1909 г. Вильгельм Иогансен назвал их генами).

Клетка с полным набором хромосом данного вида (диплоидная клетка) содержит два аллеля любого конкретного гена. Каждый аллель содержится в одной из двух гомологичных хромосом. В гамету попадает только одна из двух гомологичных хромосом.

Закон независимого комбинирования генов – проявление действия аллелей из разных пар хромосом осуществляется независимо друг от друга.

Основываясь на независимости наследования признаков, локализованных в разных парах гомологичных хромосом, Мендель вывел цифровые закономерности для любого полигибридного скрещивания, где каждый признак ведет себя, как при моногибридном скрещивании:

2^n – число сортов гамет, образуемых гибридом;

2^n – число фенотипических классов, образуемых при скрещивании гибридов;

3^n – число генотипических классов;

4^n – число возможных перекрестов гамет;

$(3:1)^n$ – формула расщепления по фенотипу;

$(1:2:1)^n$ – формула расщеплений по генотипу.

В каждой формуле для полигибридного скрещивания в основании находится цифра, указывающая величину для моногибридного скрещивания, а в показателе – число разбираемых признаков, не превышающее гаплоидное число.

При решении генетических задач на полное доминирование необходимо пользоваться следующим алгоритмом.

1. Прочитать условие задачи. Заготовить схему решения, записав с помощью общепринятых символов исходные данные.
2. Если первое поколение единообразно, то фенотипический признак доминантен.

3. Если родительские особи гомозиготы, то первое поколение единообразно.
4. Чистые линии (гомозиготы) дают всегда один сорт гамет.
5. Если особь имеет рецессивный фенотип, то она гомозигота рецессивная.
6. Гетерозиготы дают всегда четное число гамет, которое определяется степенью гетерозиготности данной особи (например, тригетерозигота будет образовывать восемь типов гамет).
7. При скрещивании гибридов всегда наблюдается расщепление по изучаемым признакам, и, наоборот, если в поколении есть расщепление, то родительские особи с доминантным фенотипом – гетерозиготы.
8. При анализирующих скрещиваниях число образованных в поколении фенотипических классов указывает на число сортов гамет, образуемых гибридом, причем все фенотипические классы будут представлены равными пропорциями (1:1, 1:1:1:1 и т.д.).

Рассмотрим решение некоторых задач.

1. При скрещивании двух гомозиготных растений гороха с гладкими и морщинистыми семенами в F₁ получено 8 растений. Все они самоопылились и в F₂ дали 824 зерна. Сколько растений первого поколения будет гетерозиготными? Сколько разных фенотипов будет в F₁? Сколько семян в F₂ будут гомозиготными по доминантному признаку? Сколько семян во втором поколении будут гетерозиготными? Сколько будет во втором поколении морщинистых семян?

Решение.

A – гладкие

a – морщинистые;

AA – генотип гомозиготного растения с гладкими семенами,

aa – генотип растения с морщинистыми семенами

P: AA x aa

G: A a

F₁: Aa (первый закон Менделя)

P: Aa x Aa

G: A a A a

F₂: AA, 2Aa, aa (824 зерна) (второй закон Менделя)

Ответ: 1) 8 растений. 2) 1 фенотип. 3) 206 зерен (1/4 от 824). 4) 412 зерен (2/4 от 824). 5) 206 зерен (1/4 от 824).

2. При скрещивании двух растений районированного в БССР гороха сорта Устьянский с красными цветками получено 14 растений с красными и 5 с белыми цветками. Каковы генотипы родительских растений?

Решение.

A – красный цвет, так как в потомстве красноцветковых растений наблюдается расщепление

a – белый цвет

Расщепление 14:5 близкое к 3:1. Генотип родительских растений Aa.

P: Aa x Aa

G: A a A a

F₁: AA, Aa, Aa, aa (второй закон Менделя)

Ответ: Генотип родителей – Aa.

3. У гороха две пары признаков: высокий и низкий рост, гладкая и морщинистая форма семян наследуется независимо. Высокий рост и гладкая форма семян являются доминантными. Гомозиготное высокорослое растений с морщинистыми семенами скрестили с гомозиготным низкорослым растением, имеющим гладкие семена и получили 10 растений F1. В результате самоопыления растений F1 получили 640 растений F2.

1. Сколько растений F1 высокорослых с гладкими семенами?
2. Сколько разных гамет может образовать растение F1?
3. Сколько растений F2 низкорослых с гладкими семенами?
4. Сколько растений F2 высокорослых с гладкими семенами?
5. Сколько разных генотипов может образоваться в F2?

Решение.

A – высокий рост

a – низкий рост

B – гладкие семена

b – морщинистые семена

AAвв – генотип гомозиготного высокорослого растения с морщинистыми семенами

aaBB – генотип гомозиготного низкорослого растения с гладкими семенами

P: AAвв x aaBB

G: Ав аВ

F1: AaBb

P: AaBb x AaBb

G: AB Ав аВ ab AB Ав аВ ab

F2: (третий закон Менделя)

Генотип	Фенотип	Расщепление
AABB AaBB AABb AaBb	Высокорослые, с гладкими семенами	9
AAbb Aabb	Высокорослые, с морщинистыми семенами	3
aaBB aaBb	Низкорослые, с гладкими семенами	3
aabb	Низкорослые, с морщинистыми семенами	1

Ответ. 1) 10 растений. 2) 4 типа гамет. 3) 120 растений (3/16 от 640). 4) 360 растений (9/16 от 640). 5) 9 генотипов.

Примеры задач

1. Зерно пшеницы может быть стекловидным (содержать много белка) или мучнистым (крахмалистым), причем стекловидность – доминантный признак. Какие зерна окажутся у гибридов F1 от скрещивания гомозиготных растений со стекловидными зернами с растениями, имеющими мучнистые зерна? Какие растения получатся во втором поколении? Какие зерна можно ожидать у растений, полученных от скрещивания одного из представителей поколения F2 со стекловидными зернами с растением из F1? Какой результат даст скрещивание между собой двух представителей F2 с мучнистыми зернами? Ответ: 1) 100 % стекловидных Aa; 2) 1:2:1 AA, Aa, aa; 3) AA, aa; AA, 2Aa, aa; 4) aa.

2. Гигантский рост овса – рецессивный признак. Что можно сказать о генотипах родительской пары, если половина потомства имеет нормальный, а половина – гигантский рост? А если только четверть потомства отличается гигантизмом? Какие формы овса надо скрестить, чтобы все потомство заведомо получилось однородным по данному признаку? Ответ: 1) P: Aa x aa; 2) P: Aa x Aa; 3) P: AA x AA; P: aa x aa.
3. Скрещивается две породы тутового шелкопряда, которые отличаются следующими двумя признаками: одна из них дает одноцветных гусениц, плетущих желтые коконы, а другая – полосатых гусениц, плетущих белые коконы. В первом поколении все гусеницы были полосатыми и плели желтые коконы. Во втором поколении получилось следующее расщепление: 6385 полосатых гусениц, плетущих желтые коконы, 2147 – полосатых с белыми коконами, 2099 – одноцветных с желтыми коконами и 691 – одноцветных с белыми коконами. Определите генотипы исходных форм и потомства первого и второго поколений. Ответ: 1) aaBB x AAbb; 2) F1: AaBb; 3) F2: 4AaBb, 2AaBB, 2AABb, 1AABB, 2Aabb, AAab, 2aaBb, aaBB, 1aabb.
4. Нормальный рост у овса доминирует над гигантизмом, а раннеспелость – над позднеспелостью. Гены обоих признаков находятся в разных парах хромосом. Какими признаками будут обладать гибриды от скрещивания гомозиготных растений позднеспелого овса нормального роста с гигантским раннеспелым? Какой процент гигантских раннеспелых растений можно ожидать от скрещивания гетерозиготных по обоим признакам растений? От скрещивания раннеспелых растений нормального роста между собой было получено 22372 растения. Из них гигантских оказалось 5 593 растения и столько же позднеспелых. Определите число полученных гигантских растений позднего созревания. Ответ: 1) F1: AaBb (раннеспелые растения нормального роста); 2) 3/16; 3) 1/16 гигантских растений позднего созревания.
5. Черная масть крупного рогатого скота доминирует над рыжей, а белоголовость – над сплошной окраской головы. Какое потомство можно получить от скрещивания гетерозиготного черного быка со сплошной окраской головы с рыжей белоголовой коровой, если последняя гетерозиготна по белоголовости? Гены обоих признаков находятся в разных хромосомах. Ответ: 1:1:1:1 черные белоголовые, черные со сплошной окраской головы, рыжие белоголовые, рыжие со сплошной окраской.

Список рекомендуемой литературы

1. Э.А.Каминская «Сборник задач по генетике» Изд-во «Высшая школа», 1977.
2. Б.Х.Соколовская «Сто задач по генетике и молекулярной биологии». Новосибирск, Наука, 1971.
3. Мортон Дженкинс «101 ключевая идея: эволюция», Москва 2001.
4. Кочергин Б.Н., Кочергина Н.А. «Задачи по молекулярной биологии и генетике. – Мн.: Нар. Асвета; 1982.