

Инбридинг и гетерозис

ЗАДАНИЕ 1. Ознакомьтесь с понятиями инбридинг, инбредная депрессия, инбредный минимум, коэффициент инбридинга

Жизнеспособность потомства во многом определяется степенью родства родительских особей, участвующих в оплодотворении.

В зависимости от степени родства родительских особей различают два типа скрещиваний:

- аутбридинг;
- инбридинг.

Аутбридингом называется скрещивание неродственных особей одной породы, разных пород (кроссбридинг) и разных видов (отдаленная гибридизация).

Инбридингом (*инцухтом*) называется принудительное самоопыление перекрестноопыляющихся растений или близкородственное спаривание животных.

По биологии цветения и оплодотворения растения условно делят на два типа:

- самооплодотворяющиеся;
- перекрестнооплодотворяющиеся.

Самооплодотворяющиеся растения завязывают семена и дают нормальное жизнеспособное потомство при опылении пылью своего же цветка или растения. К таким растениям относятся пшеница, ячмень, овес, рис, сорго, арахис, горох, фасоль, кормовые бобы, лен, хлопчатник, томат.

Перекрестнооплодотворяющиеся растения могут завязывать семена и дать жизнеспособное потомство только при аутбридинге, т. е. при опылении пылью других растений. К ним относятся рожь, кукуруза, люцерна, клевер, свекла, капуста, яблоня, земляника.

У растений инбридинг (*инцухт*) характеризуется рядом особенностей:

- низкой завязываемостью семян;
- инбредной депрессией потомства;
- дифференциацией исходной популяции на четко различимые инбредные линии;
- выравненностью растений в пределах одной инбредной линии.

Инбридинг осуществляют следующим образом. У перекрестноопыляющихся растений с обоеполюми цветками (рожь) за 1–2 дня до цветения соцветия изолируют пергаментными изоляторами. Под изолятором происходит опыление пестиков пылью только своего соцветия. Через 7–10 дней, когда в соцветии отцветут все цветки, а неоплодотворенные пестики станут нежизнеспособными, изолятор снимают и подсчитывают число завязавшихся семян. Обычно при инбридинге завязываются единичные цветки и семена.

У раздельнополюх однодомных растений принудительное самоопыление осуществляют пылью мужского соцветия, срезанного с того же растения. У кукурузы за 2–3 дня до цветения изолируют пергаментными изоляторами початок и метелку. В день массового появления рылец початок опыляют пылью изолированного соцветия своего же растения. Затем початок и метелку снова изолируют и через 1–2 дня опыление повторяют, так как цветки в початке цветут неодновременно.

При инбридинге у перекрестноопыляющихся растений семена либо не завязываются, либо завязываются в незначительном количестве, а растения, выросшие из таких семян, обычно маложизнеспособные и низкопродуктивные.

Снижение жизнеспособности и продуктивности у растений, полученных в результате принудительного самооплодотворения, называется *инбредной депрессией*, или *вырождением*.

Потомство инбридинга называют *инбредной линией (инцухт-линией)* и обозначают латинской буквой I, а число поколений, в которых повторялся инбридинг, – стоящей внизу цифрой: однократное самоопыление I₁, двукратное I₂ и т. д. (рис. 1).

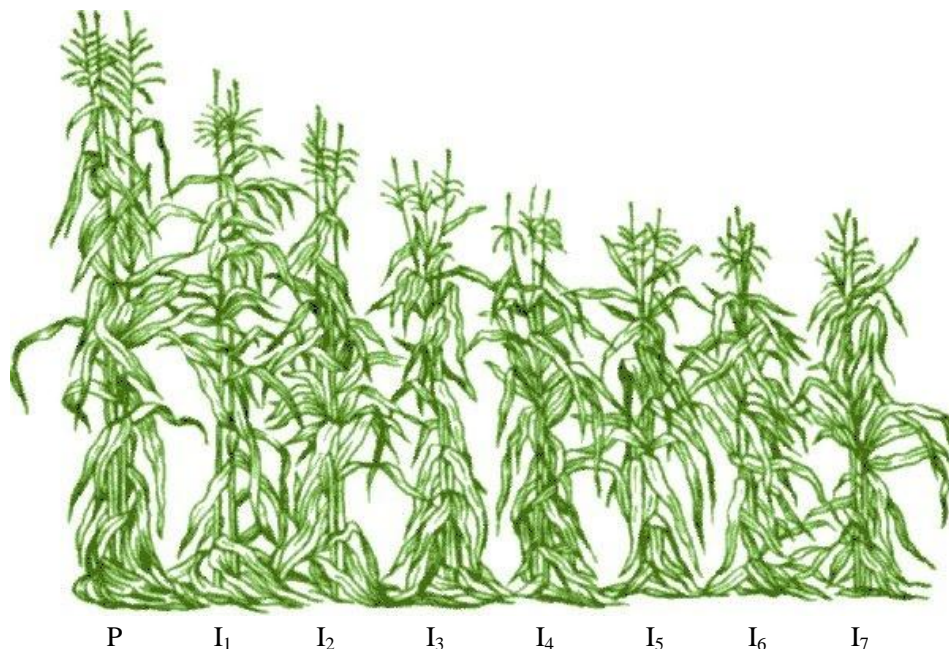


Рис. 1. Инбредная депрессия у кукурузы в поколениях инбридинга.

В 5–7-м поколении потомство инбредной линии становится практически константным. К этому времени растения достигают так называемого *инбредного минимума* и при дальнейшем инбридинге снижения их продуктивности и жизнеспособности не наблюдается.

В результате инбридинга происходит разложение исходной гетерозиготной популяции на ряд генотипически различных линий. Чем больше число генов, по которым гетерозиготна исходная популяция, тем больше инбредных линий в ней можно выделить.

Растения в пределах одной инбредной линии с каждым поколением инбридинга становятся более однотипными и гомозиготными. Предполагают, что одной из причин инбредной депрессии является переход в гомозиготное состояние летальных и сублетальных рецессивных генов, снижающих жизнеспособность и продуктивность растений.

При инбридинге в каждом поколении повышается доля гомозиготных особей. У растения с генотипом Aa в результате инбридинга при условиях равновероятной встречаемости гамет, имеющих аллели A и a, и равновероятной выживаемости гетерозигот Aa и гомозигот AA и aa в I₁ частота гетерозиготных растений уменьшится вдвое: 25% AA : 50% Aa : 25% aa. При повторном инбридинге в I₂ частота гетерозигот снова уменьшится вдвое: 37,5% AA : 25% Aa : 37,5% aa.

Таким образом, в каждом поколении инбридинга доля гетерозигот уменьшается вдвое по сравнению с предыдущим поколением, а доля гомозигот растений соответствующим образом увеличивается. Для определения доли гомозигот в поколениях инбридинга у растений пользуются формулой Райта (формула 1):

$$F = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n, \quad (1)$$

где n – число поколений инбридинга;

F – коэффициент инбридинга.

Инбридинг дает возможность выявить имеющиеся в популяции ценные сочетания генов и закрепить их в потомстве. Например, гены короткостебельности у ржи, высокой сахаристости у сахарной свеклы и т. д. Однако использование инбридинга затрудняется явлением инбредной депрессии, из-за которой возникает опасность утери некоторых ценных генов.

Наиболее перспективным оказалось использование инбредных линий в селекции на гетерозис, так как при скрещивании между собой некоторые линии дают высокопродуктивное, мощно развитое потомство.

2. Решите типовую задачу на инбридинг

Пример.

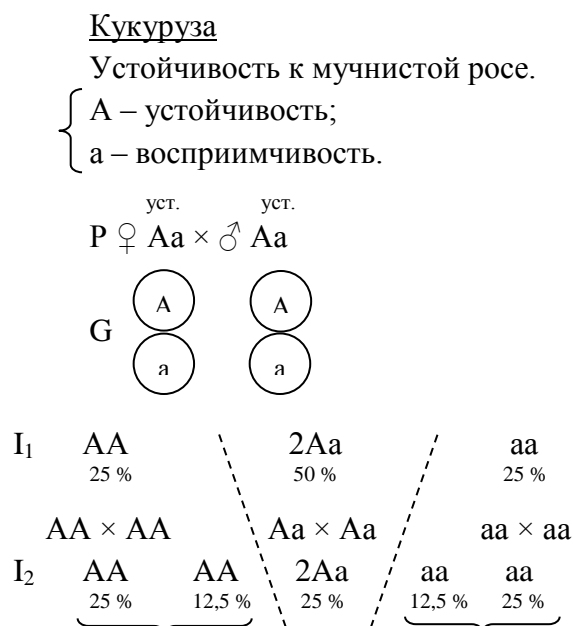
У кукурузы устойчивость к мучнистой росе доминирует над восприимчивостью. Растение кукурузы с генотипом Aa размножали при принудительном самоопылении в течение 10 поколений.

Пользуясь формулой Райта, рассчитайте процент гомозиготных и гетерозиготных растений по гену A в каждом инбредном поколении.

1. Сколько растений, гетерозиготных по данному гену, может быть в I_2 (%)?
2. Сколько растений, гомозиготных по доминантному аллелю гена A , может быть в I_5 (%)?
3. Сколько растений, гетерозиготных по A , может быть в I_6 (%)?
4. Сколько гетерозиготных растений может быть в I_8 (%)?
5. В каком поколении инбридинга наступит инбредный минимум по данному гену (процент гетерозиготных особей будет меньше единицы)?

Решение.

1. Записываем краткое условие и схему принудительного самоопыления растений кукурузы.



I ₃	37,5 %	25 %	37,5 %
I ₃	43,75 %	12,5 %	43,75 %
I ₄	46,875 %	6,25 %	46,875 %

2. Составляем табл. 1 и пользуясь формулой Райта рассчитываем относительную долю гомозигот, которые могут быть получены в 10 поколениях инбридинга.

Таблица 1. Количество (%) гомозиготных и гетерозиготных генотипов в поколениях инбридинга.

Поколение инбридинга	Количество генотипов, %		
	СС	сс	Сс
Исходное растение Р	0,00	0,00	100,00
I ₁	25,00	25,00	50,00
I ₂	37,50	37,50	25,00
I ₃	43,75	43,75	12,50
I ₄	46,88	46,88	6,25
I ₅	48,44	48,44	3,12
I ₆	49,20	49,20	1,60
I ₇	49,60	49,60	0,80
I ₈	49,80	49,80	0,40
I ₉	49,90	49,90	0,20
I ₁₀	49,95	49,95	0,10

Относительная доля гомозигот, например, в поколении I₅ составит 96,88 %. Следовательно, в поколении I₅ гетерозиготы составляют $100 - 96,88 = 3,12$ %. Согласно схеме скрещиваний, доминантные и рецессивные гомозиготы образуются в одинаковых количествах. Поэтому в поколении I₅ образуется по 48,44 % гомозиготных растений с генотипами AA и aa.

3. Пользуясь составленной таблицей, отвечаем на вопросы.

1. В поколении I₂ может быть 25,00 % гетерозигот.
2. В поколении I₅ может быть 48,44 % растений, гомозиготных по доминантному гену А.
3. В поколении I₆ может быть 1,60 % гетерозиготных растений.
4. В поколении I₈ может быть 0,40 % растений, гетерозиготных по данному гену.
5. Инбредный минимум по данному гену наступит в поколении I₇.

ЗАДАНИЕ 3. Ознакомьтесь с понятием гетерозис, виды и типы гетерозиса

Явления увеличения мощности и жизнеспособности, повышения продуктивности гибридов первого поколения по сравнению с их родительскими формами называются *гетерозисом*.

Эффект гетерозиса максимально проявляется только в первом поколении, резко снижаясь уже во втором и последующих поколениях.

Повышенная урожайность гетерозисных гибридов – самое главное их преимущество. Прибавка урожая у гетерозисных гибридов первого поколения в среднем по всем сельскохозяйственным культурам составляет 15–30 %.

Гетерозис у растений подразделяется на следующие типы:

- репродуктивный,
- соматический,
- приспособительный.

Репродуктивный гетерозис выражается в лучшем развитии органов размножения растений, повышенной фертильности, большем урожае плодов и семян (рис. 2).



Рис. 2. Репродуктивный гетерозис у кукурузы:
1, 3 – початки родительских растений, 2 – початок гибрида F₁.

При **соматическом гетерозисе** у гибридных организмов наблюдается более мощное развитие вегетативных частей.

Приспособительный (адаптивный) гетерозис выражается в повышенной жизнеспособности гибридов.

В современной генетике существует несколько теорий, объясняющих явления инбредной депрессии и гетерозиса:

- теория доминирования;
- теория сверхдоминирования;
- гипотеза генетического баланса.

В основе *теории доминирования* лежат представления, что, благоприятно действующие на рост и развитие организма гены, становятся доминантными и полудоминантными, а гены, действующие неблагоприятно, – рецессивными.

Теория сверхдоминирования (гипотеза гетерозиготности) объясняет эффект гетерозиса аллельным взаимодействием генов в гетерозиготном состоянии. Основу этой теории составляет положение о том, что в результате взаимодействия пары аллелей в гетерозиготном состоянии гибрид должен иметь большую мощность по сравнению с гомозиготными формами как по доминантным, так и по рецессивным генам (AA < Aa > aa).

Для объяснения явления гетерозиса имеется также *гипотеза генетического баланса*, при котором у гибридных организмов воссоздаются недостающие элементы за счет различных типов взаимодействия генетических, цитоплазматических, физиологических и биохимических факторов между собой и с условиями окружающей среды.

В генетических исследованиях гибриды оценивают по степени проявления истинного, гипотетического и конкурсного гетерозиса (виды гетерозиса).

Гипотетический гетерозис ($\Gamma_{\text{гип}}$) – отношение превышения данного признака над средним его показателем у родительских форм к среднему показателю у родительских форм – определяют по формуле 2.

$$\Gamma_{\text{гип.}} = \frac{F_1 - P_{\text{ср}}}{P_{\text{ср}}} \cdot 100, \quad (2)$$

где F_1 – среднее значение признака первого поколения гибридов;

$P_{\text{ср}}$ – среднее значение признака обоих родителей.

Истинный гетерозис ($\Gamma_{\text{ист}}$) – способность гибридов F_1 превосходить по данному признаку лучшую из родительских форм – определяют по формуле 3.

$$\Gamma_{\text{ист.}} = \frac{F_1 - P_{\text{л}}}{P_{\text{л}}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $P_{\text{л}}$ – значение признака лучшего родителя.

Истинный и гипотетический гетерозис не свидетельствует о практической ценности данной гибридной комбинации. Эту ценность определяет в первую очередь **конкурсный гетерозис** ($\Gamma_{\text{конк}}$). Он показывает, на сколько процентов растения гибрида F_1 по значению данного признака превышают лучший районированный сорт или гибрид.

Конкурсный гетерозис вычисляют по формуле 4.

$$\Gamma_{\text{конк.}} = \frac{F_1 - K}{K} \cdot 100, \quad (4)$$

где F_1 – среднее значение признака первого поколения гибридов;

K – среднее значение признака у контроля (стандарта).

Гибриды оценивают по степени проявления гетерозиса. При этом большое внимание уделяют степени наследования соответствующего количественного признака. Степень наследования определяют по коэффициенту доминирования (H).

Коэффициент доминирования характеризует степень фенотипического проявления одного или нескольких доминантных генов, детерминирующих развитие данного количественного признака, показывает, во сколько раз величина признака у растений F_1 превышает среднее его значение у растений родительских сортов.

Коэффициент доминирования рассчитывают по формуле 5.

$$H = \frac{F_1 - P_{\text{ср}}}{P_{\text{л}} - P_{\text{ср}}} \cdot 100, \quad (5)$$

В зависимости от значения коэффициента доминирования устанавливают степень и характер проявления количественного признака у гибридов F_1 и возможность проявления гетерозиса в данной комбинации.

Сверхдоминирование родительской формы с меньшей величиной признака: $H < -1$.

Полное доминирование родительской формы с меньшей величиной признака: $H = -1$.

Неполное доминирование родительской формы с меньшей величиной признака: $-1 < H < 0$.

Промежуточный характер наследования: $H = 0$.

Неполное доминирование родительской формы с большей величиной признака: $+1 > H > 0$.

Полное доминирование лучшей родительской формы с большей величиной признака:
 $H = +1$.

Сверхдоминирование – гетерозис: $H > +1$.

ЗАДАНИЕ 4. Проведите анализ початков самоопыленных родительских линий и гибридов первого поколения и определите степень гетерозиса по изучаемым признакам

Пример.

Провести анализ початков самоопыленных родительских линий и гибридов первого поколения по длине початка, числу рядков в початке, числу зерен в рядке, числу зерен и массе зерна с початка.

1. Определите гипотетический гетерозис по изучаемым признакам.
2. Определите истинный гетерозис по изучаемым признакам.
3. Определите конкурсный гетерозис по изучаемым признакам, если длина початка у st составляет 20 см, число рядков в початке – 14, число зерен в рядке – 40, число зерен в початке – 560, масса зерна в початке – 165.
4. Укажите, за счет каких элементов структуры, достигается гетерозис по массе зерна с початка.
5. Определите степень наследования признаков по коэффициенту доминирования.

Решение и ответы.

1. *Анализируем початки самоопыленных линий и гибридов первого поколения по изучаемым признакам. Результаты измерений и расчетов заносим в табл. 2.*

Таблица 2. Определение гипотетического, истинного и конкурсного гетерозиса у гибридов F₁ кукурузы.

Признаки	Родительские линии P		Гибрид F ₁	Сорт-контроль	Гетерозис		
	материнская	отцовская			гипотетический	истинный	конкурсный
длина початка	15	12	25	20	85,2	66,7	25,0
число рядков в початке	14	14	14	14	0,0	0,0	0,0
число зерен в рядке	26	22	46	40	91,7	76,9	15,0
число зерен в початке	364	396	644	560	69,5	62,6	15,0
масса зерна с початка	95	82	188	165	112,4	97,9	13,9

2. *На основании полученных данных определяем гипотетический гетерозис по изучаемым признакам по формуле 2.*

$$\Gamma_{\text{гип.}} = \frac{25 - 13,5}{13,5} \cdot 100 = 85,2 \%;$$

$$\Gamma_{\text{гип.}} = \frac{14 - 14}{14} \cdot 100 = 0,0 \%;$$

$$\Gamma_{\text{гип.}} = \frac{46 - 24}{24} \cdot 100 = 91,7 \%;$$

$$\Gamma_{\text{гип.}} = \frac{644 - 380}{380} \cdot 100 = 69,5 \%;$$

$$\Gamma_{\text{гип.}} = \frac{188 - 88,5}{88,5} \cdot 100 = 112,4 \%.$$

3. На основании полученных данных определяем истинный гетерозис по изучаемым признакам по формуле 3.

$$\Gamma_{\text{ист.}} = \frac{25 - 15}{15} \cdot 100 = 66,7 \%;$$

$$\Gamma_{\text{ист.}} = \frac{14 - 14}{14} \cdot 100 = 0,0 \%;$$

$$\Gamma_{\text{ист.}} = \frac{46 - 26}{26} \cdot 100 = 76,9 \%;$$

$$\Gamma_{\text{ист.}} = \frac{644 - 396}{396} \cdot 100 = 62,6 \%;$$

$$\Gamma_{\text{ист.}} = \frac{188 - 95}{95} \cdot 100 = 97,1 \%.$$

4. Конкурсный гетерозис определяем с учетом имеющейся характеристики районированного сорта или гибрида по формуле 4.

$$\Gamma_{\text{конк.}} = \frac{25 - 20}{20} \cdot 100 = 25,0 \%;$$

$$\Gamma_{\text{конк.}} = \frac{14 - 14}{14} \cdot 100 = 0,0 \%;$$

$$\Gamma_{\text{конк.}} = \frac{46 - 40}{40} \cdot 100 = 15,0 \%;$$

$$\Gamma_{\text{конк.}} = \frac{644 - 560}{560} \cdot 100 = 15,0 \%;$$

$$\Gamma_{\text{конк.}} = \frac{188 - 165}{165} \cdot 100 = 13,9 \%.$$

5. Гетерозис по массе зерна с початка у гибридов F_1 кукурузы (112,4 % и 97,9 % соответственно гипотетический и истинный) достигается за счет длины початка, числа зерен в рядке и числа зерен в початке. Показатель число рядков в початке имеет уровень гетерозиса 0 %, так как данный признак (14 рядов зерен) удовлетворяет запросы производства и дальнейшей селекционной работы с ним не проводится.

6. Определяем коэффициент доминирования у гибридов F_1 кукурузы по формуле 5.

$$H = \frac{25 - 13,5}{15 - 13,5} = 7,7 \text{ (сверхдоминирование);}$$

$$H = \frac{14 - 14}{14 - 14} = 0,0 \text{ (промежуточное наследование);}$$

$$H = \frac{46 - 24}{26 - 24} = 11,0 \text{ (сверхдоминирование);}$$

$$H = \frac{644 - 380}{396 - 380} = 16,5 \text{ (сверхдоминирование);}$$

$$H = \frac{188 - 88,5}{95 - 88,5} = 15,3 \text{ (сверхдоминирование).}$$

Урожайность зерна в F_2 у гетерозисных гибридов можно определить по формуле 6.

$$F_2 = F_1 - \frac{F_1 \cdot P}{n}, \quad (6)$$

где F_2 – вычисляемая величина урожая гибридов второго поколения;
 F_1 – фактически полученный урожай гибридов первого поколения;
 P – средняя урожайность скрещиваемых самоопыленных линий;
 n – число самоопыленных линий, входящих в состав гибрида.

МАТЕРИАЛ

1. Таблица частот гомозиготных и гетерозиготных генотипов в поколениях инбридинга.
2. Початки простых гибридов F_1 кукурузы и их родительских форм.
3. Весы технические, разновесы, линейки.
4. Карточки с индивидуальными заданиями.
5. Тестовые задания по теме.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Дайте определение понятиям инбридинг и аутбридинг.
2. Что такое инбредная депрессия?
3. В каком поколении инбридинга наступает и инбредный минимум?
4. Расскажите об изменении частот гомозигот и гетерозигот в потомстве инбредных линий.
5. Как рассчитать коэффициент инбридинга?
6. Что такое гетерозис?
7. Назовите типы гетерозиса.
8. Расскажите об истинном, гипотетическом и конкурсном гетерозисе.
9. Что такое коэффициент доминирования?
10. Расскажите об использовании коэффициента доминирования для характеристики степени проявления количественных признаков у гибридов.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

Инбридинг

1. У кукурузы высокорослость W доминирует над низкорослостью w . Гетерозиготное растение кукурузы размножали при принудительном самоопылении в течение 8 поколений.
Пользуясь формулой Райта, рассчитайте процент гомозиготных и гетерозиготных растений в каждом инбредном поколении.

1. Какой процент растений в I_2 может быть гомозиготным по доминантному аллелю гена W ?
2. Сколько растений в I_3 могут быть гетерозиготными (%)?
3. Чему равен коэффициент инбридинга в I_5 ?
4. Сколько растений в I_8 могут быть гетерозиготными (%)?
5. В каком поколении инбридинга наступит инбредный минимум (процент гетерозиготных особей будет меньше единицы)?

2. У озимой ржи одним из доноров короткостебельности является естественный мутант ЕМ-1, у которого короткостебельность обусловлена доминантным аллелем гена H .

Гомозиготное растение ЕМ-1 скрестили с высокорослым растением, обладающим генотипом hh и относительно высокой самофертильностью. Дальнейшее размножение гибрида проводили при принудительном самоопылении.

Пользуясь формулой Райта, рассчитайте в каждом из 6 инбредных поколений процент гетерозиготных и гомозиготных растений.

1. Чему равен коэффициент инбридинга в I_4 ?
2. Какой процент короткостебельных растений может быть в I_6 ?
3. Какой процент короткостебельных растений I_6 может дать нерасщепляющееся потомство при принудительном самоопылении?
4. Какой процент растений в I_5 может быть гетерозиготным (%)?
5. До какого поколения необходимо инцухтировать данную популяцию озимой ржи, чтобы у нее наступил инбредный минимум, и количество гетерозиготных по данному гену растений было меньше 0,1 %?

3. У моркови желтая окраска корнеплода доминирует над красной.

В результате длительного принудительного самоопыления исходной гетерозиготной популяции получили 8 поколений инбридинга.

Рассчитайте коэффициент инбридинга, а также процент растений, гетерозиготных и гомозиготных по гену, детерминирующему окраску корнеплода, в каждом инбредном поколении.

1. Чему равен процент гетерозиготных растений в I_3 ?
2. Чему равен процент растений, имеющих красный корнеплод, в I_4 ?
3. Чему равен коэффициент инбридинга в I_5 ?
4. Какой процент растений в I_8 будет иметь желтый корнеплод и может дать нерасщепляющееся потомство в I_9 ?
5. Чему равен коэффициент инбридинга в I_8 ?

4. У растений редиса форма корнеплода может быть длинной, овальной и круглой.

При принудительном самоопылении растений, имеющих овальную форму корнеплода, в I_1 получили 16 растений, из них 4 имели длинную форму корнеплода, 4 – круглую, а остальные – овальную. До I_4 все растения размножали при принудительном самоопылении.

Рассчитайте коэффициент инбридинга, а также определите процент гетерозиготных и гомозиготных растений по гену, детерминирующему форму корнеплода у редиса.

1. Чему равен процент гетерозиготных растений в I_3 ?

2. Какой процент растений будет иметь овальный корнеплод в I_4 ?
3. Какой процент растений будет иметь круглый корнеплод в I_4 ?
4. Какой процент растений в I_4 может иметь длинные корнеплоды?
5. До какого поколения необходимо инцухтировать растения редиса, чтобы гетерозиготных растений было меньше 0,1 %?

5. У кукурузы зеленая окраска растений является доминантной по отношению к белой.

Гетерозиготное растение кукурузы размножали при принудительном самоопылении в течение 12 поколений.

Рассчитайте коэффициент инбридинга, а также процент растений, гетерозиготных и гомозиготных по гену В, в каждом инбредном поколении.

1. Чему равен процент гетерозиготных растений в I_2 ?
2. Чему равен процент растений, имеющих генотип ВВ, в I_4 ?
3. Чему равен коэффициент инбридинга в I_5 ?
4. Какой процент растений в I_8 могли бы иметь генотип bb?
5. Чему равен коэффициент инбридинга в I_{12} ?

6. Растение кабачка, гетерозиготное по двум парам аллелей, принудительно самоопыляли до седьмого поколения.

Рассчитайте для каждого инбредного поколения процент растений, гомозиготных по обеим парам аллелей, по одной паре и гетерозиготных по двум парам аллелей.

1. Какой процент растений в I_4 будет гетерозиготным по двум парам аллелей?
2. Какой процент растений в I_6 может быть гомозиготным по двум парам аллелей?
3. Чему равен коэффициент инбридинга в I_6 ?
4. Сколько растений в I_7 могут иметь оба признака в рецессивном состоянии (%)?
5. Сколько инбредных линий может быть выявлено в данной популяции?

7. У кукурузы доминантные признаки (высокорослость и устойчивость к ржавчине) наследуются независимо.

Растение кукурузы, гетерозиготное по двум парам аллелей, размножали при принудительном самоопылении до пятого поколения.

Рассчитайте процент растений, гетерозиготных по двум парам аллелей, по одной паре и гомозиготных по двум парам аллелей в каждом инбредном поколении.

1. Какой процент гетерозиготных по двум парам аллелей растений может быть в I_3 ?
2. Какой процент растений, гомозиготных по двум парам доминантных аллелей, может быть в I_4 ?
3. Какой процент растений I_4 может иметь только одну пару генов в гомозиготном состоянии?
4. Чему равен коэффициент инбридинга в I_5 ?
5. Сколько инбредных линий может быть выявлено в данной популяции?

8. У табака доминантные признаки (устойчивость к мучнистой росе и корневой гнили) наследуются независимо.

Растения, гетерозиготные по генам, детерминирующим данные признаки, размножали до I_8 при принудительном самоопылении.

Рассчитайте процент растений, гомозиготных и гетерозиготных по аллелям данных генов, в каждом инбредном поколении.

1. Какой процент растений в I_3 может быть гомозиготным по обоим парам доминантных генов?
2. Какой процент растений в I_5 будет иметь оба признака в рецессивном состоянии?
3. Какой процент растений в I_6 может быть гетерозиготным по обоим парам аллелей?
4. Какой процент растений в I_8 будет устойчивым к мучнистой росе и корневой гнили?
5. Сколько инбредных линий можно выделить в данной гибридной популяции?

9. У тыквы белая окраска плодов доминирует над желтой окраской, а дисковидная форма плодов – над сферической формой.

Гетерозиготное растений принудительно самоопыляли и в дальнейшем до шестого поколения размножали при принудительном самоопылении.

Рассчитайте для каждого инбредного поколения процент растений гомозиготных по обоим парам аллелей, по одной паре и гетерозиготных по двум парам аллелей.

1. Какой процент растений в I_2 будет гетерозиготным по двум парам аллелей?
2. Какой процент растений в I_3 может быть гомозиготным по двум парам аллелей?
3. Чему равен коэффициент инбридинга в I_4 ?
4. Сколько растений в I_5 могут иметь оба признака в рецессивном состоянии (%)?
5. Сколько инбредных линий может быть выявлено по данным генам у тыквы?

10. У земляники два признака (наличие усов и окраска ягод) наследуются независимо.

В результате переопыления растений земляники, не образующих усы и имеющих красные ягоды, пыльцой растений, образующих усы и имеющих белую окраску ягод, получили 50 растений F_1 с розовыми ягодами и усами. Затем их размножали при принудительном самоопылении до I_8 .

Рассчитайте процент растений, гомозиготных и гетерозиготных по аллелям данных генов, в каждом инбредном поколении.

1. Какой процент растений в I_2 может дать нерасщепляющееся потомство?
2. Какой процент растений в I_3 может быть гетерозиготным по обоим парам аллелей?
3. Какой процент растений в I_5 будет иметь красные ягоды и не образовывать усы?
4. Какой процент растений в I_8 может иметь оба признака в рецессивном состоянии?
5. Сколько инбредных гомозиготных линий может быть выделено в данной гибридной популяции?

Гетерозис

11. У люцерны используют соматический гетерозис, и гибриды F_1 оценивают по урожайности сена с единицы площади. При скрещивании сортов Херсонская и Черниговская урожайность сена у гибридов F_1 составила 7,6 т/га, при этом материнский сорт Херсонская

(он же лучший из числа районированных) дал урожайность 5,6 т/га, а Черниговская – 5,2 т/га.

1. Определите коэффициент доминирования для данной комбинации по признаку урожайность сена.

2. Определите степень и характер наследования урожайности сена по коэффициенту доминирования у гибридов F_1 в данной комбинации.

3. Чему равен гипотетический гетерозис?

4. Чему равен истинный гетерозис?

5. Чему равен конкурсный гетерозис?

12. При скрещивании стерильной линии сорго Редбайн с сортом Кармен растения имели следующую высоту: стерильная линия Редбайн – 104 см, сорт Кармен – 127 см, F_1 – 157 см, районированный сорт Норгум – 108 см.

1. Определите коэффициент доминирования для данной комбинации по признаку высота растений.

2. Определите степень и характер наследования высоты растений по коэффициенту доминирования у гибридов F_1 в данной комбинации.

3. Чему равен гипотетический гетерозис?

4. Чему равен истинный гетерозис?

5. Чему равен конкурсный гетерозис?

13. У белокочанной капусты широко используется соматический гетерозис.

Гибрид F_1 , полученный от скрещивания сортов Капорка и Золотой гектар, дал урожайность с делянки 71 кг, в то время как материнский сорт Капорка – 53 кг, Золотой гектар – 61 кг, а районированный сорт Номер первый грибовский – 62 кг.

1. Определите коэффициент доминирования для данной комбинации по урожайности.

2. Укажите степень и характер наследования урожайности по коэффициенту доминирования у гибридов F_1 в данной комбинации.

3. Чему равен гипотетический гетерозис?

4. Чему равен истинный гетерозис?

5. Чему равен конкурсный гетерозис?

14. У озимой ржи используют репродуктивный гетерозис, и гибриды оцениваются по массе зерна с единицы площади.

У гибрида F_1 , полученного от скрещивания сортов Стальрог и Вятка, масса зерна составила 664 г/м², у сорта Стальрог – 436, у отцовского сорта Вятка (он же и лучший из районированных) – 516 г/м².

1. Определите коэффициент доминирования для данной комбинации по признаку масса зерна в единицы площади.

2. Укажите степень и характер наследования массы зерна с единицы площади по коэффициенту доминирования у гибридов F_1 в данной комбинации.

3. Чему равен гипотетический гетерозис?

4. Чему равен истинный гетерозис?

5. Чему равен конкурсный гетерозис?

15. У кукурузы используют репродуктивный гетерозис, и гибриды оцениваются по массе зерна с початка.

У гибрида F_1 , полученного от скрещивания родительских компонентов А и В, масса зерна с початка составила 195 г, у материнского компонента А – 83, у отцовского компонента В (он же и лучший из районированных) – 98 г.

1. Определите коэффициент доминирования для данной комбинации по признаку масса зерна с початка.
2. Укажите степень и характер наследования признака по коэффициенту доминирования у гибридов F_1 в данной комбинации.
3. Чему равен гипотетический гетерозис?
4. Чему равен истинный гетерозис?
5. Чему равен конкурсный гетерозис?

16. При скрещивании стерильной линии сорго Ефремовское с сортом Кармен масса 1000 зерен была следующей: у линии Ефремовское – 25 г, у сорта Кармен – 28,8 г, у F_1 – 29,8 г, у районированного сорта Норгум – 25,7 г.

1. Определите коэффициент доминирования для данной комбинации по признаку масса 1000 зерен.
2. Укажите степень и характер проявления признака крупности зерна по коэффициенту доминирования у гибридов F_1 в данной комбинации.
3. Чему равен гипотетический гетерозис?
4. Чему равен истинный гетерозис?
5. Чему равен конкурсный гетерозис?

17. У белокочанной капусты используется соматический гетерозис.

Гибрид F_1 , полученный от скрещивания линии № 2 с сортом Золотой гектар, дал урожайность с делянки 88 кг, в то время как материнская линия № 2 – 36 кг, сорт Золотой гектар – 63 кг, а районированный сорт Номер первый грибовский – 62 кг.

1. Определите коэффициент доминирования для данной комбинации по урожайности?
2. Укажите степень и характер наследования урожайности по коэффициенту доминирования у гибридов F_1 в данной комбинации.
3. Чему равен гипотетический гетерозис?
4. Чему равен истинный гетерозис?
5. Чему равен конкурсный гетерозис?

18. У озимой ржи используют репродуктивный гетерозис, и гибриды оцениваются по массе зерна с единицы площади.

У гибрида F_1 , полученного от скрещивания сортов Доминант и Вятка, масса зерна составила 592 г/м^2 , у материнского сорта Доминант – 356, у отцовского сорта Вятка (он же и лучший из районированных) – 516 г/м^2 .

1. Определите коэффициент доминирования для данной комбинации по признаку масса зерна с единицы площади.

2. Укажите степень и характер наследования массы зерна по коэффициенту доминирования у гибридов F_1 в данной комбинации.
3. Чему равен гипотетический гетерозис?
4. Чему равен истинный гетерозис?
5. Чему равен конкурсный гетерозис?

19. При скрещивании стерильной линии сорго Редбайн с сортом Кубанское число зерен с главной метелки было следующим: у линии Редбайн – 1711, у сорта Кубанское – 2068, у F_1 – 2328, у районированного сорта Норгум – 2095.

1. Определите коэффициент доминирования для данной комбинации по признаку число зерен с главной метелки.

2. Укажите степень и характер наследования числа зерен в главной метелке по коэффициенту доминирования у гибридов F_1 в данной комбинации.
3. Чему равен гипотетический гетерозис?
4. Чему равен истинный гетерозис?
5. Чему равен конкурсный гетерозис?

20. При скрещивании стерильной линии сорго Рилайенс с сортом ВИР 21 получили следующие данные по массе зерна с главной метелки: линия Рилайенс – 41 г, сорт ВИР 21 – 54 г, F_1 – 67 г, районированный сорт Норгум – 57 г.

1. Определите коэффициент доминирования по признаку масса зерна с главной метелки.

2. Укажите степень и характер наследования массы зерна с главной метелки по коэффициенту доминирования у гибридов F_1 в данной комбинации.
3. Чему равен гипотетический гетерозис?
4. Чему равен истинный гетерозис?
5. Чему равен конкурсный гетерозис?