Бутвиловский В.Э., Григорович В.В., Бутвиловский А.В., Толстой В.А.

ОБУЧЕНИЕ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ГЕНЕТИКЕ СЛУШАТЕЛЕЙ ФАКУЛЬТЕТА ПРОФОРИЕНТАЦИИ И ДОВУЗОВСКОЙ ПОДГОТОВКИ УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Белорусский государственный медицинский университет
Минск, Беларусь

Аннотация. В статье обсуждаются вопросы методологии обучения решению генетических задач слушателей факультета профориентации и довузовской подготовки учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет». Рассматриваются ошибки и на примерах разбираются последовательности решения.

Ключевые слова: генетические задачи, гаметы, закономерности наследования.

Butvilovsky V.E., Grigorovich V.V., Butvilovsky A.V., Tolstoy V.A.

TRAINING FOR SOLVING OF TASKS IN GENETICS OF STUDENTS OF THE FACULTY OF CAREER GUIDANCE AND PRE-UNIVERSITY TRAINING OF EDUCATIONAL INSTITUTION "BELARUSIAN STATE MEDICAL UNIVERSITY"

Belarusian State Medical University
Minsk, Belarus

Abstract. Authors discuss the methodology of solving genetic problems by the students of the Faculty of Career Guidance and Pre-university Training of the educational institution "Belarusian State Medical University". Typical mistakes and the solutions with examples are analyzed.

Keywords: genetic tasks, gametes, patterns of inheritance.

Большие сложности в преподавании дисциплины «Биология» на подготовительном отделении отечественных слушателей и иностранных учащихся представляет процесс решения генетических задач [1]. Это связано с тем, что потенциальные отечественные абитуриенты имеют разный уровень знаний по предмету, собраны в группы из разных учреждений среднего образования (школы, гимназии, лицеи), не проходят должного отбора при зачислении для обучения. Иностранные учащиеся также имеют разный уровень знаний, а некоторые вообще не изучали биологию в своих странах, многие из них слабо знают русский язык [2]. Настоящая статья посвящена некоторым общим методическим приемам, которые должны использоваться при решении задач с примерами технологии решения.

Подавляющее большинство ошибок, допускаемых слушателями подготовительного отделения, связано с невыполнением простых правил, которые они должны знать из курса генетики.

При решении задач на выписывание гамет необходимо учитывать следующее:

✓ формула для выписывания гамет $N=2^n$, где N — это число типов гамет, а n — количество пар генов, по которым данный организм гетерозиготен;

✓ число генов в гамете в 2 раза меньше, чем в генотипе;

✓ при мейозе из каждой пары гомологичных хромосом в гамету попадает только одна хромосома, следовательно, из каждой пары аллельных генов — один ген.

Разберем указанные правила на примере:

Задача 1. Сколько типов гамет, и какие именно, образуют организмы, имеющие генотипы: AACC; AaBb и AaBbCc

Решение: по формуле $N=2^n$ определяем число типов гамет у особей следующих генотипов:

у особи AACC — 1 тип гамет (она гомозиготна по двум парам генов, поэтому n = 0; $2^0 = 1$),

у особи AaBb — 4 типа гамет (она гетерозиготна по двум парам генов, поэтому n =2; $2^2 = 4$),

у особи AaBbCc — 8 типов гамет (она гетерозиготна по трем парам генов, поэтому n =3; $2^3 = 8$),

Затем определяем, сколько генов будет в гамете у каждой особи:

у особи AACC — 2,

у особи AaBb — 2,

у особи AaBbCc — 3

Затем записывает гаметы, помня о том, что каждый ген (буква) может быть только в единственном числе:

у особи AACC	AC
у особи AaBb	AB ab Ab aB
у особи AaBbCc	ABC ABc AbC Abc aBC aBc abC abc

Для успешного решения задач по генетике следует использовать методические приемы, которые приводятся ниже. Прежде всего, необходимо внимательно изучить условие задачи. Даже те слушатели, которые хорошо знают закономерности наследования и умеют решать генетические задачи, часто допускают грубые ошибки, причинами которых является невнимательное или неправильное прочтение условия.

Разберем указанные правила на примере:

Задача 2. У томатов ген нормального роста доминирует над геном карликовости. Какое потомство в первом и во втором поколении можно ожидать от скрещивания гомозиготного растения нормального роста и растения карликого роста?

Решение: при оформлении задач необходимо уметь пользоваться символами, принятыми в традиционной генетике и приведенными ниже:

×	знак скрещивания
P	родительские организмы
F_1, F_2	дочерние организмы первого и второго поколения

Далее необходимо составить таблицу, где отразить условие задачи:

Признак	ген	генотип
Нормальный рост	A	AA, Aa
Карликовость	a	aa

Запись в хромосомной форме является более предпочтительной. При написании схемы скрещивания гаметы следует обвести кружком.

P AA x aa

G (A) (a)

F_1 Aa

В первом поколении от этого скрещивания все потомство будет единообразным по фенотипу (нормальный рост) и по генотипу (гетерозиготы) выполняется — I закон Г. Менделя.

2) P Aa x Aa

G (A) (a) (A) (a)

F_1 AA 2 Aa aa

Во втором поколении (скрещивание особей первого поколения) наблюдается расщепление по фенотипу в соотношении 3 (нормальный рост) : 1 (карликовый рост) и по генотипу 1 (доминантные гомозиготы) : 2 (гетерозиготы) : 1 (рецессивные гомозиготы) — выполняется II закон Г. Менделя.

Ответ: 100% потомства первого поколения будет иметь нормальный рост, во втором поколении 75% потомства будет иметь нормальный рост, а 25% потомства будет иметь карликовый рост.

Решение задач на дигибридное скрещивание разберем на примере:

Задача 3. У мух дрозофил серая окраска тела доминирует над желтой, а нормальные крылья — над узкими. Признаки наследуются независимо. Дрозофила желтого цвета с узкими крыльями скрещена с гомозиготной дрозофилой серого цвета с нормальными крыльями. Определите вероятность появления во втором поколении мух с желтым телом и узкими крыльями.

Решение: необходимо составить таблицу, где отразить условие задачи:

Признак	ген	генотип
Серый цвет	A	AA, Aa
Желтый цвет	a	aa
Нормальные крылья	B	BB, Bb
Узкие крылья	b	bb

Запишем схемы скрещивания:

P. AABB x aabb

G. A ab

F_1 AaBb — 100 %

P AaBb x AaBb

G AB Ab aB ab AB Ab aB ab

Фенотипы и генотипы потомства удобно определять с помощью решетки Р. Пеннета. По вертикали откладываются типы гамет, продуцируемых матерью, а по горизонтали — отцом. В точках пересечения вертикальных и горизонтальных линий записываются соответствующие сочетания генов так, что гены одной аллельной пары пишут рядом (например, AABB, а не ABAB).

F_1

G	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

При анализе результатов скрещивания определяем вероятность появления во втором поколении мух с желтым телом и узкими крыльями (aabb) и она составляет 6,25%

Большое количество ошибок возникает при решении задач по генетике пола. Слушатели часто записывают генотип женского организма не слева (принятая форма записи), а справа, забывают какой пол является гомогаметным, а какой гетерогаметным, неправильно обозначают гены, расположенные в Х-хромосоме и др.

Разберем указанные ошибки на примере:

Задача 4. У канареек зеленая окраска оперения доминирует над коричневой и определяется геном, локализованным в Х-хромосоме, а короткий клюв доминирует над длинным и определяется геном, локализованным в аутосоме. При скрещивании самца зеленой окраски с коротким клювом и короткоклювой коричневой самки получено потомство с различным сочетанием всех фенотипических признаков. Сколько процентов потомков будет иметь коричневое оперение и короткий клюв?

Решение. Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Зеленая окраска	X^A	X^AX^- X^AY
Коричневая окраска	X^a	X^aX^a X^aY
Короткий клюв	B	BB, Bb
Длинный клюв	b	bb

При решении данной задачи необходимо знать, что у птиц гомогаметным является мужской пол, а гетерогаметным — женский пол. То, что получено потомство с различным сочетанием всех фенотипических признаков, показывает, что по указанным признакам особи гетерозиготны.

Оформляем схему скрещивания и строим решетку Р. Пеннета.

P. X^aYBb x X^AX^aBb

G. X^ab Yb X^ab X^ab

X^aB YB X^AB X^AB

F_1

G	X^aB	X^ab	X^AB	X^Ab
X^aB	X^aX^aBB	X^aX^aBb	X^AX^aBB	X^AX^aBb
X^ab	X^aX^aBb	X^aX^abb	X^AX^aBb	X^AX^abb
YB	X^aYBB	X^aYBb	X^AYBB	X^AYBb
Yb	X^aYBb	X^aYbb	X^AYBb	X^AYbb

При анализе результатов скрещивания определяем вероятность появления потомков с коричневым оперением и коротким клювом (XaXaBB, XaXaBb, XaYBB, XaYBb). Таким образом, количество организмов с указанными признаками составляет 6 из 16, или 37,5%.

Методология решения задач по генетике, используемая в процессе преподавания предмета «Биология» на подготовительном отделении учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», отражена в следующих учебно-методических изданиях:

- Бутвиловский В.Э., Давыдов В.В., Заяц Р.Г., Рачковская И.В. / Биология для подготовительного отделения: сборник задач. – 3-е изд. испр. – Минск : БГМУ, 2014. – 122 с.
- Основы биологии. Практические задания: учебное пособие / Е.В. Чаплинская, В.Э. Бутвиловский, Л.М. Сычик, Е.И. Карасева, Н.И. Мезен. – Минск: БГМУ. – 2020. – 154 с.
- Заяц, Р.Г. Биология : сб. задач для абитуриентов / Р.Г. Заяц, В.Э. Бутвиловский, В.В. Давыдов. – 2-е изд. – Минск : Вышэйш. шк., 2020. – 144 с.

Литература

1. Бутвиловский В.Э., Романова Т.Г., Бутвиловский А.В., Семененя Н.А., Петренко Л.Д. Изучение биологии на подготовительном отделении БГМУ – как фактор успешной сдачи централизованного тестирования // Военная медицина. – 2016. – №1. – С. 2–4.

2. Григорович В.В., Бутвиловский В.Э., Бутвиловский А.В., Давыдов В.В. Электронный учебно-методический комплекс как фактор успешного изучения

дисциплины «биология» на подготовительном отделении БГМУ // Актуальные проблемы довузовской подготовки»: материалы III-й науч.-метод. конф. преподавателей факультета профориентации и довузовской подготовки / под. ред. А.Р. Аветисова. – Минск: БГМУ, 2019. – С. 69–74.