

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ**

**Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

# **СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ГЕНЕТИКЕ**

*Учебно-методическое пособие  
для студентов, обучающихся по специальностям  
1-74 03 01 Зоотехния и 1-74 03 03 Промышленное рыбоводство*

**Горки  
БГСХА  
2020**

УДК  
ББК  
.....С

*Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом  
УО «.....»  
от ..... 2020 г. (протокол №\_\_)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Д. С. Долина*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. Ф. Соболева*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Т. В. Видасова*;  
кандидат биологических наук, доцент *Д. Т. Соболев*

Рецензенты:

**Сборник задач по генетике : учебно-методическое пособие** / Д. С. Долина, [и др.]. – Горки : БГСХА, 2020. – ..... с.  
ISBN

Учебно-методическое пособие содержит генетические задачи и тесты для лабораторных занятий и самостоятельной работы. Представлены генетические задачи и тесты для выполнения во время занятий и индивидуальной самостоятельной работы.

Для студентов, обучающихся по специальностям 1-74 03 01 Зоотехния, 1-74 03 03 Промышленно рыбоводство.

УДК  
ББК

ISBN

© УО «.....», 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Введение .....</b>                                                         | <b>4</b>   |
| <b>1. Цитологические основы наследственности.....</b>                         | <b>5</b>   |
| 1.1. Митоз, мейоз, гаметогенез .....                                          | 5          |
| <b>2. Закономерности наследования признаков при половом размножении .....</b> | <b>22</b>  |
| 2.1. Моногибридное скрещивание .....                                          | 22         |
| 2.2. Дигибридное скрещивание.....                                             | 33         |
| 2.3. Тригибридное скрещивание.....                                            | 43         |
| <b>3. Наследование признаков при взаимодействии неаллельных генов .....</b>   | <b>48</b>  |
| 3.1. Комплементарное взаимодействие генов.....                                | 48         |
| 3.2. Эпистатическое взаимодействие генов .....                                | 54         |
| 3.3. Полимерное взаимодействие генов .....                                    | 60         |
| <b>4. Хромосомная теория наследственности.....</b>                            | <b>65</b>  |
| 4.1. Сцепленное наследование (полное).....                                    | 65         |
| 4.2. Сцепленное наследование (неполное).....                                  | 73         |
| 4.3. Наследование признаков, сцепленных с полом .....                         | 84         |
| <b>5. Молекулярные основы наследственности.....</b>                           | <b>97</b>  |
| 5.1. Моделирование синтеза белка .....                                        | 97         |
| 5.2. Моделирование синтеза ДНК .....                                          | 101        |
| 5.3. Количественная оценка гена и белка.....                                  | 106        |
| 5.4. Моделирование генных мутаций.....                                        | 109        |
| <b>6. Генетическая структура популяции.....</b>                               | <b>117</b> |
| 6.1. Закон Харди-Вайнберга.....                                               | 117        |
| <b>7. Инбридинг и гетерозис.....</b>                                          | <b>123</b> |
| 7.1. Инбридинг .....                                                          | 123        |
| 7.2. Гетерозис .....                                                          | 127        |
| <b>8. Иммуногенетика .....</b>                                                | <b>130</b> |
| 8.1. Наследование групп крови в системе <i>ABO</i> .....                      | 130        |
| 8.2. Определение достоверности происхождения .....                            | 135        |
| <b>9. Аномалии и болезни .....</b>                                            | <b>137</b> |
| 9.1. Наследование генетических аномалий.....                                  | 137        |
| <b>Тестовые задания.....</b>                                                  | <b>145</b> |
| <b>Приложения .....</b>                                                       | <b>165</b> |
| <b>Литература.....</b>                                                        | <b>176</b> |

## ВВЕДЕНИЕ

Генетика (от греч. *genesis* — происхождение) — наука о наследственности и изменчивости живых организмов и методах управления ими. Генетика — одна из ведущих наук современной биологии. Современная генетика обеспечила новые возможности для исследования деятельности организма. В ее основу легли закономерности наследственности, обнаруженные Г. Менделем при скрещивании различных сортов гороха, а также мутационная теория Г. де Фриза. Официальное рождение генетики принято относить к 1900 году, когда Г. де Фриз (в Голландии), К. Корренс (в Германии) и Э. Чермак (в Австрии) вторично открыли законы Г. Менделя. Наследование любых признаков и свойств в поколениях организмов можно уяснить, если изучение теоретического материала сопровождается решением генетических задач.

В данном сборнике предлагаются задачи, направленные на закрепление теоретических знаний по курсу генетики. Особое внимание уделено классической генетике, базовые положения которой лежат в основе представлений о механизмах и процессах передачи наследственной информации и изменчивости у живых организмов.

Сборник задач по генетике состоит из 13 тем и охватывает все основные направления генетики. Основная цель сборника — помочь в усвоении материала по курсу «Генетика», освоить принципы генетического анализа, развить логику генетического мышления у студентов, привить им навыки творческого подхода к изучаемому предмету, пробудить интерес к самостоятельной работе. Решение генетических задач способствует углублению знаний, предоставляет студентам возможность самоконтроля, демонстрирует прикладное значение генетики и ее интеграцию с другими биологическими дисциплинами. Решение предлагаемых задач требует умения анализировать фактический материал, логически думать и рассуждать.

## 1. ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

### 1.1. Митоз, мейоз, гаметогенез

#### Задачи

##### **Задача 1. Кариотип собаки 78 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат клетки нервной ткани собаки?
  1. 38;
  2. 60;
  3. 78.
2. Сколько хромосом содержат сперматозоиды II порядка собаки?
  1. 78;
  2. 60;
  3. 39.
3. Сколько хроматид содержит один бивалент?
  1. 2;
  2. 4;
  3. 8.
4. В какой фазе мейоза образуются хиазмы?
  1. П I;
  2. П II;
  3. А I.
5. Сколько бивалентов содержит клетка собаки в мейозе I?
  1. 78;
  2. 60;
  3. 39.

##### **Задача 2. У козы $n = 30$ хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат клетки нервной ткани козы?
  1. 54;
  2. 60;
  3. 82.
2. Сколько хромосом содержат клетки ооцитов II порядка козы?
  1. 44;
  2. 30;
  3. 60.
3. Сколько хроматид содержит один бивалент?
  1. 8;
  2. 4;
  3. 2.

4. Сколько хромосом содержат яйцеклетки козы?
1. 60;
  2. 30;
  3. 27.
5. В какой фазе митоза хромосомы состоят из 2 хроматид?
1. Телофаза;
  2. Профаза;
  3. Анафаза.

**Задача 3. Гаплоидный набор у человека 23 хромосомы.**

1. Сколько хромосом содержат клетки нервной ткани человека?
1. 24;
  2. 46;
  3. 64.
2. Сколько сперматозоидов образуется из 400 сперматоцитов первого порядка?
1. 400;
  2. 800;
  3. 1600.
3. Сколько бивалентов содержится в метафазе 1 человека?
1. 23;
  2. 44;
  3. 46.
4. Сколько материнских хромосом содержит яйцеклетка?
1. 46;
  2. 23;
  3. 12.
5. Сколько хроматид содержит бивалент?
1. 4;
  2. 2;
  3. 8.

**Задача 4. Кариотип курицы 78 хромосом**

1. Сколько хромосом содержат клетки нервной ткани курицы?
1. 54;
  2. 60;
  3. 78.
2. Сколько хромосом содержат клетки ооцитов II порядка курицы?
1. 54;
  2. 78;
  3. 39.

3. Сколько хроматид содержит один бивалент?
  1. 8;
  2. 4;
  3. 2.
4. Сколько хромосом содержат яйцеклетки курицы?
  1. 60;
  2. 39;
  3. 78.
5. В какой фазе митоза хромосомы состоят из 2 хроматид?
  1. Телофаза;
  2. Профаза;
  3. Анафаза.

**Задача 5. Кариотип свиньи 38 хромосом**

1. Сколько хромосом содержат клетки нервной ткани свиньи?
  1. 38;
  2. 60;
  3. 78.
2. Сколько хромосом содержат сперматозоиды II порядка свиньи?
  1. 38;
  2. 60;
  3. 39.
3. Сколько хроматид содержит один бивалент?
  1. 2;
  2. 4;
  3. 8.
4. В какой фазе мейоза образуются хиазмы?
  1. П I;
  2. П II;
  3. А I.
5. Сколько бивалентов содержат клетки свиньи в мейозе I?
  1. 78;
  2. 60;
  3. 39.

**Задача 6. В клетках нервной ткани овцы 54 хромосомы.**

1. Сколько хромосом содержат оогонии овцы?
  1. 27;
  2. 54;
  3. 30.

2. Митотический цикл включает:
  1. П, М, А, Т;
  2. И, П, М, Т;
  3.  $G_1S_1G_2$  – периоды П, М, А, Т.
3. Сколько бивалентов содержит клетка овцы?
  1. 30;
  2. 27;
  3. 54.
4. Сколько яйцеклеток образует овца из 150 ооцитов II порядка?
  1. 600;
  2. 150;
  3. 450.
5. Сколько сперматоцитов I порядка участвовало в образовании 500 сперматозоидов?
  1. 500;
  2. 250;
  3. 125.

**Задача 7. В клетках костной ткани кролика 44 хромосомы.**

1. Сколько хромосом содержат клетки эпителиальной ткани кролика?
  1. 22;
  2. 44;
  3. 88.
2. Сколько хроматид содержат сперматогонии кролика?
  1. 44;
  2. 22;
  3. 88.
3. Конъюгация происходит в:
  1. Пахинеме;
  2. Зигонеме;
  3. Лептонеме.
4. Митотическое деление клетки включает:
  1. И, П, М, А, Т;
  2. П, М, А, Т;
  3. И, П, А, Т.
5. В какой фазе мейоза хромосомы состоят из двух хроматид?
  1. П I;
  2. А II;
  3. Т I.

**Задача 8. Гаплоидный набор утки 40 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат клетки соединительной ткани утки домашней?
  1. 44;
  2. 80;
  3. 40.
2. Митотическое деление включает:
  1. И, П, М, Т;
  2. П, М, А, Т;
  3. И, П, М, А, Т.
3. Сколько хромосом содержат ооциты I порядка утки?
  1. 40;
  2. 80;
  3. 160.
4. Сколько ооцитов I порядка участвовало в образовании 120 яйцеклеток?
  1. 480;
  2. 120;
  3. 240.
5. Кроссинговер происходит в:
  1. Зигонеме;
  2. Пахинеме;
  3. Диакинез.

**Задача 9. Кариотип лошади 64 хромосомы.**

1. Сколько хромосом содержат ооциты I порядка лошади?
  1. 60;
  2. 64;
  3. 38.
2. Митотическое деление включает:
  1. И, П, М, А, Т;
  2.  $G_1S_1G_2$  – периоды;
  3. П, М, А, Т.
3. Сколько хроматид содержит клетки лошади в анафазе 2?
  1. 36;
  2. 64;
  3. 32.
4. Сколько яйцеклеток образуется у лошади из 300 ооцитов I порядка?
  1. 150;
  2. 300;
  3. 600.

5. Конъюгация происходит в:

1. П I;
2. П II;
3. А I.

**Задача 10. В клетках костной ткани шимпанзе содержится 48 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат сперматогонии?

1. 48;
2. 24;
3. 72.

2. Сколько яйцеклеток образует шимпанзе из 240 ооцитов I порядка?

1. 240;
2. 960;
3. 480.

3. Сколько хроматид содержат клетки шимпанзе в профазе I?

1. 24;
2. 48;
3. 96.

4. Конъюгация происходит в:

1. Пахинеме;
2. Зигонеме;
3. Лентонем.e

5. Митотический цикл клетки включает:

1. П, М, А, Т;
2. И, П, М, А, Т;
3.  $G_1$ - $S_1$ - $G_2$  – периоды П, М, А.

**Задача 11. В клетках соединительной ткани барана 54 хромосомы.**

1. Сколько хромосом содержится в сперматоцитах I порядка барана?

1. 27;
2. 108;
3. 54.

2. Митотическое деление включает:

1. И, П, М, А, Т;
2.  $G_1$ - $S_1$ - $G_2$  – периоды П, М, А;
3. П, М, А, Т.

3. Сколько хроматид содержат сперматиды барана?
1. 54;
  2. 108;
  3. 27.
4. Сколько хромосом содержат клетки соединительной ткани барана?
1. 108;
  2. 54;
  3. 27.
5. Конъюгация происходит в:
1. Пахинеме;
  2. Диплонеме;
  3. Зигонеме.

**Задача 12. В клетках мышечной ткани коровы 60 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат оогонии коровы?
1. 30;
  2. 60;
  3. 120.
2. Митотический цикл клетки состоит:
1. П, М, А, Т;
  2. И, П, А, М, Т;
  3.  $G_1$ -S- $G_2$  – периодов.
3. Сколько хроматид содержат клетки в метафазе 2 коровы?
1. 60;
  2. 120;
  3. 30.
4. Сколько бивалентов содержат клетка в мейозе?
1. 30;
  2. 60;
  3. 120.
5. Кроссинговер происходит в:
1. А I;
  2. П II;
  3. П I.

**Задача 13. У лошади гаплоидный набор 32 хромосомы.**

1. Сколько хромосом содержат оогонии лошади ?
1. 27;
  2. 32;
  3. 30.

2. Митотический цикл включает:
  1. П, М, А, Т;
  2. И, П, М, Т;
  3.  $G_1S_1G_2$ -периоды П, М, А, Т.
3. Сколько бивалентов содержит клетка лошади?
  1. 30;
  2. 32;
  3. 64.
4. Сколько яйцеклеток образует овца из 150 ооцитов II порядка?
  1. 600;
  2. 150;
  3. 450.
5. Сколько сперматозоидов I порядка участвовало в образовании 500 сперматозоидов?
  1. 500;
  2. 250;
  3. 125.

**Задача 14. Гаплоидный набор осла домашнего 31 хромосома.**

1. Сколько хромосом содержат клетки нервной ткани осла домашнего?
  1. 38;
  2. 60;
  3. 62.
2. Сколько хромосом содержат сперматозоиды II порядка осла домашнего?
  1. 78;
  2. 62;
  3. 31.
3. Сколько хроматид содержит один бивалент?
  1. 2;
  2. 4;
  3. 8.
4. В какой фазе мейоза образуются хиазмы?
  1. П I;
  2. П II;
  3. А I.
5. Сколько бивалентов содержат клетки осла домашнего в мейозе I?
  1. 78;
  2. 60;
  3. 31.

**Задача 15. В клетках мышечной ткани быка 60 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат сперматогонии быка?
  1. 30;
  2. 60;
  3. 120.
2. Митотический цикл клетки состоит:
  1. П, М, А, Т;
  2. И, П, А, М, Т;
  3.  $G_1$ -S- $G_2$  – периодов.
3. Сколько хроматид содержат клетки в профазе II быка?
  1. 60;
  2. 120;
  3. 30.
4. Сколько бивалентов содержат клетка в мейозе?
  1. 30;
  2. 60;
  3. 120.
5. Кроссинговер происходит в:
  1. А I;
  2. П II;
  3. П I.

**Задача 16. В клетках костной ткани кролика 44 хромосомы.**

1. Сколько хромосом содержат клетки эпителиальной ткани кролика?
  1. 22;
  2. 44;
  3. 88.
2. Сколько хроматид содержат сперматогонии кролика?
  1. 44;
  2. 22;
  3. 88.
3. Конъюгация происходит в:
  1. Пахинеме
  2. Зигонеме
  3. Лептонеме
4. Митотическое деление клетки включает:
  1. И, П, М, А, Т;
  2. П, М, А, Т;
  3. И, П, А, Т.

5. В какой фазе мейоза хромосомы состоят из двух хроматид?

1. П I;
2. А II;
3. Т I.

**Задача 17. Кариотип золотого карася 100 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат сперматогонии самца золотого карася?

1. 50;
2. 25;
3. 100.

2. Сколько сперматозоидов образует карась из 200 сперматоцитов I порядка?

1. 200;
2. 800;
3. 100.

3. Сколько хроматид содержат клетки карася в профазе I?

1. 100;
2. 200;
3. 400.

4. Конъюгация происходит в:

1. Пахинеме;
2. Зигонеме;
3. Лептонеме.

5. Митотический цикл включает:

1. П, М, А, Т;
2. И, П, М, А, Т;
3.  $G_1$ -S- $G_2$  – периоды П, М, А.

**Задача 18. Гаплоидный набор у плотвы 50 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат клетки нервной ткани плотвы?

1. 100;
2. 50;
3. 25.

2. Сколько хромосом содержат клетки ооцитов II порядка плотвы?

1. 50;
2. 25;
3. 100.

3. Сколько хроматид содержит один бивалент?

1. 8;
2. 4;
3. 2.

4. Сколько хромосом содержат яйцеклетки самки плотвы?

1. 50;
2. 25;
3. 100.

5. В какой фазе митоза хромосомы состоят из 2 хроматид?

1. Телофаза;
2. Профаза;
3. Анафаза.

**Задача 19. В соматических клетках тилляпии 44 хромосомы.**

1. Сколько хромосом содержат клетки нервной ткани тилляпии?

1. 44;
2. 88;
3. 96.

2. Сколько сперматозоидов образуется из 400 сперматоцитов первого порядка у самца тилляпии?

1. 400;
2. 800;
3. 1600.

3. Сколько бивалентов содержится в метафазе I тилляпии?

1. 50;
2. 25;
3. 100.

4. Сколько материнских хромосом содержится в ядре зиготы тилляпии?

1. 44;
2. 88;
3. 22.

5. Сколько хроматид содержит бивалент?

1. 4;
2. 2;
3. 8.

**Задача 20. Диплоидный набор у леща 50 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат клетки нервной ткани леща?

1. 50;
2. 100;
3. 25.

2. Сколько хромосом содержат клетки ооцитов II порядка леща?

1. 50;
2. 25;
3. 100.

3. Сколько хроматид содержит один бивалент?
  1. 8;
  2. 4;
  3. 2.
4. Сколько хромосом содержат яйцеклетки самки леща?
  1. 50;
  2. 25;
  3. 100.
5. В какой фазе митоза хромосомы состоят из 2 хроматид?
  1. Телофаза;
  2. Профаза;
  3. Анафаза.

**Задача 21. В соматических клетках сома обыкновенного 60 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат клетки нервной ткани сома?
  1. 120;
  2. 60;
  3. 30.
2. Сколько хромосом содержат сперматоциты I порядка самца сома?
  1. 60;
  2. 30;
  3. 120.
3. Сколько хроматид содержит один бивалент?
  1. 2;
  2. 4;
  3. 8.
4. В какой фазе мейоза образуются хиазмы?
  1. П I;
  2. П II;
  3. А I.
5. Сколько бивалентов содержит клетка сома в мейозе I?
  1. 30;
  2. 60;
  3. 120.

**Задача 22. В клетках соединительной ткани линия 48 хромосомы.**

1. Сколько хромосом содержат оогонии линии?
  1. 24;
  2. 48;
  3. 96.

2. Митотический цикл включает:
  1. П, М, А, Т;
  2. И, П, М, Т;
  3. G1, S1, G2 – периоды П, М, А, Т.
3. Сколько бивалентов содержит клетка линя?
  1. 48;
  2. 24;
  3. 96.
4. Сколько яйцеклеток образует линь из 150 ооцитов I порядка?
  1. 600;
  2. 150;
  3. 450.
5. Сколько сперматоцитов I порядка участвовало в образовании 500 сперматозоидов?
  1. 500;
  2. 250;
  3. 125.

**Задача 23. У форели гаплоидный набор 30 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат клетки эпителиальной ткани форели?
  1. 60;
  2. 30;
  3. 50.
2. Сколько хроматид содержат сперматогонии самца форели?
  1. 30;
  2. 120;
  3. 60.
3. Конъюгация происходит в:
  1. Пахине;
  2. Зигоне;
  3. Лептоне.
4. Митотическое деление клетки включает:
  1. И, П, М, А, Т;
  2. П, М, А, Т;
  3. И, П, А, Т.
5. Сколько ооцитов 1 участвовало в образовании 100 яйцеклеток?
  1. 400;
  2. 100;
  3. 200.

**Задача 24. В клетках нервной ткани пестрого толстолобика 48 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат клетки соединительной ткани толстолобика?

1. 24;
2. 50;
3. 48.

2. Митотическое деление включает:

1. И, П, М, Т;
2. П, М, А, Т;
3. И, П, М, А, Т.

3. Сколько хромосом содержат ооциты I порядка пестрого толстолобика?

1. 25;
2. 75;
3. 150.

4. Сколько ооцитов I участвовало в образовании 120 яйцеклеток?

1. 480;
2. 120;
3. 240.

5. Кроссинговер происходит в:

1. Зигонеме;
2. Пахинеме;
3. Диакинезе.

**Задача 24. У окуня обыкновенного диплоидный набор 48 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержится в сперматоцитах I окуня?

1. 24;
2. 48;
3. 96.

2. Митотическое деление включает:

1. И, П, М, А, Т;
2. G1 – S1 – G2 – периоды и П, А, Т, М;
3. П, М, А, Т.

3. Сколько хроматид содержат сперматиды самца окуня?

1. 48;
2. 100;
3. 24.

4. Сколько хромосом содержат клетки соединительной ткани окуня?
1. 96;
  2. 50;
  3. 48.
5. Конъюгация происходит в:
1. Пахинеме;
  2. Диплонеме;
  3. Зигонеме.

**Задача 25. В клетках костной ткани щуки 50 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат ооциты I порядка щуки?
1. 25;
  2. 50;
  3. 100.
2. Митотический цикл клетки включает:
1. И, П, М, А;
  2. G1-S1-G2 – периоды И, П, М, А, Т;
  3. П, М, А, Т.
3. Сколько хроматид содержат клетки щуки в метафазе 2?
1. 50;
  2. 25;
  3. 100.
4. В результате митоза дочерняя клетка щуки получает хромосом:
1. 50;
  2. 25;
  3. 100.
5. Кроссинговер происходит в:
1. Зигонеме;
  2. Пахинеме;
  3. Диакенезе.

**Задача 26. У белуги гаплоидный набор 59 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат сперматогонии белуги?
1. 118;
  2. 29;
  3. 59.
2. Сколько яйцеклеток образует белуга из 240 ооцитов I порядка?
1. 240;
  2. 960;
  3. 480.

3. Сколько хроматид содержат клетки белуги а профазе 1?

1. 118;

2. 236;

3. 59.

4. Конъюгация происходит в:

1. Пахинеме;

2. Зигонеме;

3. Лентонеме.

5. Митотический цикл клетки включает:

1. П, М, А, Т;

2. И, П, М, А, Т;

3. G1-S1-G2 – периоды П, М, А.

**Задача 27. У карпа гаплоидный набор 50 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержится в сперматоцитах I порядка карпа?

1. 25;

2. 100;

3. 50.

2. Митотическое деление включает:

1. И, П, М, А, Т;

2. G1-S1-G2 – периоды и П, А, Т, М;

3. П, М, А, Т.

3. Сколько хроматид содержат сперматиды самца карпа?

1. 50;

2. 100;

3. 200.

4. Сколько хромосом содержат клетки соединительной ткани карпа?

1. 118;

2. 50;

3. 100.

5. Конъюгация происходит в:

1. Пахинеме;

2. Диплонеме;

3. Зигонеме.

**Задача 28. В клетках соединительной ткани белого амура 48 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат оогонии самки белого амура?

1. 48;

2. 72;

3. 24.

2. Митотический цикл клетки состоит:
1. П, М, А, Т;
  2. И, П, А, М, Т;
  3. G1-S1-G2 – периодов.
3. Сколько хроматид содержат яйцеклетки белого амура в метафазе 2?
1. 48;
  2. 100;
  3. 24.
4. Сколько бивалентов содержит клетка белого амура в мейозе?
1. 24;
  2. 50;
  3. 48.
5. Кроссинговер происходит в:
1. А I;
  2. П II;
  3. П I.

**Задача 29. Кариотип серебристого карася 100 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержится в клетках нервной ткани карася?
1. 100;
  2. 50;
  3. 25.
2. Сколько хроматид содержит бивалент?
1. 2;
  2. 4;
  3. 5.
3. Сколько хромосом содержат ооциты II порядка серебристого карася?
1. 25;
  2. 50;
  3. 100.
4. Кроссинговер происходит в:
1. П I;
  2. П II;
  3. А I.
5. Сколько хромосом содержит клетка карася в мейозе 2?
1. 50;
  2. 25;
  3. 100.

**Задача 30. В клетках костной ткани сазана 100 хромосом.**

1. Сколько хромосом содержат сперматогонии сазана?
  1. 96;
  2. 50;
  3. 100.
2. Сколько яйцеклеток образует самка сазана из 240 ооцитов I порядка?
  1. 240;
  2. 960;
  3. 480.
3. Сколько хроматид содержат клетки сазана в профазе I?
  1. 100;
  2. 200;
  3. 50.
4. Конъюгация происходит в:
  1. Пахинеме;
  2. Зигонеме;
  3. Лентонеме.
5. Митотический цикл клетки включает:
  1. П, М, А, Т;
  2. И, П, М, А, Т;
  3. G<sub>1</sub>-S<sub>1</sub>-G<sub>2</sub> – периоды П, М, А1.

**2. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРИЗНАКОВ  
ПРИ ПОЛОВОМ РАЗМНОЖЕНИИ**

**2.1. Моногибридное скрещивание**

**Задачи**

**Задача 1.** У дрозофилы ген *V*, отвечающий за развитие нормальных крыльев, доминирует над геном *v* – зачаточные крылья. При скрещивании мух с нормальными крыльями с особями с зачаточными крыльями гибриды F<sub>1</sub> имели нормальные крылья. В F<sub>2</sub> от скрещивания гибридов F<sub>1</sub> вылетело 1200 потомков с нормальными и 330 с зачаточными крыльями.

1. Укажите генотип одного из родителей, имеющего нормальные крылья.
2. Сколько гамет может дать любой из родителей?
3. Какое соотношение по генотипу может быть в F<sub>2</sub>?

4. Сколько в  $F_2$  могло быть гомозиготных мух с нормальными крыльями?

5. Сколько в  $F_2$  могло быть гетерозиготных мух с нормальными крыльями?

**Задача 2.** У собак породы *пойнтер* узкая грудная клетка доминирует над широкой. Гомозиготный узкогрудый кобель был скрещен с тремя гомозиготными широкогрудыми самками. В  $F_1$  родилось 10 щенков, половина из которых были женского пола. В дальнейшем самок  $F_1$  скрестили с кобелем такого же генотипа. В  $F_2$  родилось 24 щенка.

1. Сколько щенков в  $F_1$  будут гетерозиготными?

2. Сколько разных генотипов будут иметь щенки  $F_2$ ?

3. Сколько разных фенотипов по строению грудной клетки было у щенков  $F_2$ ?

4. Сколько щенков в  $F_2$  могут быть гетерозиготными?

5. Сколько щенков в  $F_2$  могли быть широкогрудыми?

**Задача 3.** Гомозиготная короткошерстная сука была повязана (спарена) с кобелем, имеющим длинную шерсть. В  $F_1$  родилось 8 щенков женского пола, которых в дальнейшем скрестили с кобелем такого же генотипа, как у самок. В  $F_2$  родилось 32 щенка. Определите генотипы родителей и потомства, если у собак короткая шерсть доминирует над длинной.

1. Сколько щенков в  $F_1$  будут гетерозиготными?

2. Сколько разных генотипов могут иметь щенки  $F_1$ ?

3. Сколько разных фенотипов по длине шерсти было в  $F_2$ ?

4. Сколько щенков в  $F_2$  могут быть гетерозиготными?

5. Сколько щенков в  $F_2$  могли иметь длинную шерсть?

**Задача 4.** У крупного рогатого скота мясного направления продуктивности обнаружена рецессивная мутация – *двойная мускулатура* (*mh*). Спермой быка с двойной мускулатурой (*mhmh*) было осеменено 100 гомозиготных коров с нормальной мускулатурой (*MhMh*). От них родилось 90 телят с нормальной мускулатурой. Через 18 месяцев телочек  $F_1$  осеменили спермой гетерозиготного быка с нормальной мускулатурой. Родилось 72 теленка.

1. Сколько телят в  $F_1$  будут гетерозиготными?

2. Сколько разных генотипов будут иметь телята  $F_2$ ?

3. Сколько разных фенотипов имелось в  $F_2$  по строению мускулатуры?

4. Сколько телят в  $F_2$  могут быть гетерозиготными?

5. Сколько телят в  $F_2$  могли иметь двойную мускулатуру?

**Задача 5.** У диких лисиц встречаются *альбиносы*. Их окраска рецессивная по отношению к окраске диких лисиц. От двух белых самок-альбиносов и рыжего самца родилось 6 рыжих щенков. Затем гибридных самок  $F_1$  спарили с самцом такого же генотипа, как самки. В  $F_2$  родилось 24 щенка.

1. Сколько щенков в  $F_1$  будут гетерозиготными?
2. Сколько разных генотипов будут иметь щенки  $F_1$ ?
3. Сколько разных фенотипов по окраске было у щенков  $F_2$ ?
4. Сколько щенков в  $F_2$  могут иметь рыжий окрас и быть гетерозиготными?
5. Сколько щенков в  $F_2$  могли быть альбиносами?

**Задача 6.** У английской породы овец *дорсет* выявлен доминантный мутантный ген *Д* – суперразвитие мускулатуры. Локализован в 18-й хромосоме. У мутантов масса мускулатуры на 32 % выше, чем у нормальных (*д*). От гетерозиготных родителей с суперразвитой мускулатурой родилось 76 ягнят. Определите генотипы родителей и потомства.

1. Сколько из них будут иметь суперразвитую мускулатуру?
2. Сколько ягнят с суперразвитой мускулатурой будут гетерозиготными?
3. Сколько типов гамет мог дать любой из родителей?
4. Сколько ягнят будут иметь нормальную мускулатуру?
5. Сколько типов гамет может быть у ягнят с нормальной мускулатурой?

**Задача 7.** У аляскинских и карельских лаек встречается *карликовость* – ауtosомная рецессивная мутация (*а*). При скрещивании карликовых карельских лаек с самцом нормального роста (*АА*) в  $F_1$  родились нормальные щенки. От спаривания гибридного потомства  $F_1$  между собой родилось 16 щенков, из них 12 имели нормальный рост и 4 – карликовый.

1. Сколько типов гамет могут образовать гибриды  $F_1$ ?
2. Сколько типов гамет может дать карликовое потомство?
3. Сколько гибридов  $F_1$  могут быть гетерозиготными?
4. Сколько гибридов  $F_2$  могут быть гомозиготными?
5. Сколько щенков в  $F_2$  могут быть доминантными гомозиготами?

**Задача 8.** У некоторых пород собак имеется *аномальный прикус*. Это рецессивно-ауtosомный признак. Нормальный прикус доминирует над аномальным.

Самка породы немецкая овчарка, имеющая аномальный прикус, была повязана (случена) с кобелем с нормальным прикусом. Родилось

5 щенков с нормальным прикусом. Гибридных самок  $F_1$  скрестили с кобелем такого же генотипа, как самки. Родилось 32 щенка.

1. Сколько типов гамет могли дать гибриды  $F_1$ ?
2. Какое расщепление по фенотипу могло быть в  $F_2$ ?
3. Сколько среди щенков  $F$  могло быть гомозиготных?
4. Сколько среди гибридов  $F_2$  могло быть щенков с аномальным прикусом?

**Задача 9.** У некоторых пород собак встречается олигодонтия (недостаточное число зубов), которая наследуется по рецессивному типу. Нормальный зубной аппарат доминирует над олигодонтией.

Самок породы *доберман*, имеющих олигодонтию, повязали со здоровым кобелем по данному признаку. От этого спаривания родилось 16 здоровых щенков. Гибридных самок  $F_1$  скрестили с кобелем такого же генотипа, как самки. Родилось 36 щенков.

1. Сколько типов гамет могут дать гибриды  $F_1$ ?
2. Какое расщепление по генотипу может быть в  $F_2$ ?
3. Сколько среди щенков  $F_2$  могло быть гомозиготных?
4. Сколько среди гибридов  $F_2$  могло быть щенков с олигодонтией?
5. Сколько щенков среди гибридов  $F_2$  имели нормальное число зубов?

**Задача 10.** У свиней белая окраска доминирует над черной. При скрещивании черного хряка с белой самкой в  $F_1$  получено 18 поросят, а в  $F_2$  – 72 поросенка.

1. Сколько типов гамет может дать черный хряк?
2. Сколько в  $F_1$  получено белых поросят?
3. Сколько разных фенотипов в  $F_2$ ?
4. Сколько гетерозиготных поросят получено в  $F_2$ ?
5. Сколько поросят  $F_2$  имеют черную масть?

**Задача 11.** У лошадей встречается наследственное заболевание гортани, при котором во время бега больные животные издают хрип, испытывают удушье. При скрещивании гетерозиготных особей между собой было получено 17 жеребят, из которых 5 были здоровыми.

1. Каков характер наследования данного заболевания?
2. Сколько типов гамет дает гетерозигота?
3. У скольких жеребят проявится удушье?
4. У скольких особей в последующем поколении могут появиться здоровые потомки?
5. Сколько гетерозиготных особей получено в потомстве?

**Задача 12.** У кур породы *гудан* хохол контролируется неполностью доминантным аутосомным геном *A*, отсутствие хохла – *a*.

При скрещивании хохлатых петухов (*AA*) и кур без хохла (*aa*) в  $F_1$  вылупились цыплята с неполно выраженным хохлом. В дальнейшем гибриды  $F_1$  скрещивали между собой. В  $F_2$  вылупилось 200 цыплят.

1. Сколько гамет может дать гибрид  $F_1$ ?
2. Сколько цыплят в  $F_2$  были хохлатыми?
3. Сколько цыплят в  $F_2$  имели неполно выраженную хохлатость?
4. Сколько цыплят в  $F_2$  не имели хохла?
5. Сколько цыплят были гомозиготными в  $F_2$ ?

**Задача 13.** У норок есть мутация *джет* *N* (сплошная черная окраска), которая неполно доминирует над стандартным типом *n*. Окраска гетерозигот носит название «черный янтарь». При скрещивании стандартных норок с самцами *джет* родилось гибридное потомство  $F_1$ , которое в дальнейшем спаривалось между собой. Родилось 124 щенка.

1. Сколько типов гамет могли дать гибриды  $F_1$ ?
2. Какое расщепление по фенотипу могло быть у щенков?
3. Сколько среди гибридов  $F_2$  могло быть гомозиготных щенков?
4. Сколько щенков  $F_2$  могли иметь окраску «черный янтарь»?
5. Сколько среди гибридов  $F_2$  было щенков стандартного типа?

**Задача 14.** У кур есть мутация *голошейка*. Они не имеют пера и пуха на шее. В некоторых странах голошейки используются в мясном птицеводстве. Мутация неполно доминантная: гетерозиготы имеют на шее пучки коротких перьев.

Скрещивали нормальных кур и петухов с мутацией *голошейка*. Затем гибридов  $F_1$  скрестили между собой. В  $F_2$  вылупилось 160 цыплят.

1. Сколько типов гамет могли дать гибриды  $F_1$ ?
2. Какое расщепление по фенотипу было у цыплят в  $F_2$ ?
3. Сколько среди гибридов  $F_2$  было гомозиготных цыплят?
4. Сколько цыплят в  $F_2$  имели на шее пучки коротких перьев?
5. Сколько в  $F_2$  было цыплят с нормальным оперением?

**Задача 15.** У собак прямая шерсть доминирует над курчавой. У гибридов  $F_1$  шерсть волнистая (неполное доминирование). Курчавая самка, родители которой имели волнистую шерсть, несколько раз спаривалась с самцом, имеющим волнистую шерсть. В результате родилось 22 щенка.

1. Сколько типов гамет может образовать курчавая самка?
2. Сколько щенков из 22 могли иметь курчавую шерсть?

3. Сколько типов гамет могут иметь щенки с волнистой шерстью?

4. Сколько щенков имели волнистую шерсть?

5. Сколько щенков имели прямую шерсть?

**Задача 16.** Для кур породы брама характерно медленное оперение (*К*), которое неполно доминирует над быстрым оперением (*к*). Последнее проявляется у яичных пород (белый леггорн).

Гомозиготных кур породы брама скрестили с гомозиготными петухами породы леггорн. Потомство  $F_1$  в дальнейшем спаривалось между собой. Вылупилось 840 цыплят  $F_2$ .

1. Сколько типов гамет могли дать гибриды  $F_1$ ?

2. Какое расщепление по фенотипу было у цыплят  $F_2$ ?

3. Сколько среди гибридов  $F_2$  было гомозиготных цыплят?

4. Сколько цыплят  $F_2$  имели промежуточную скорость роста перьев?

**Задача 17.** У радужной форели ген *A*, определяющий золотой окрас, неполно доминирует над нормальной окраской (*a*). У гибридов  $F_1$  – темно-желтая масть.

Самки темно-желтого окраса были скрещены с нормальным самцом. В  $F_1$  получено 118 темно-желтых потомков и 108 нормальной окраски. В родословной нормальных по окрасу рыб не встречались потомки с золотой окраской. При скрещивании гибридов  $F_1$  между собой появились потомки трех типов.

1. Какой генотип был у самок темно-желтого окраса?

2. Какой генотип был у самца с нормальным окрасом?

3. Сколько типов гамет мог дать гибрид  $F_1$ ?

4. Сколько типов генотипов может быть у потомков  $F_2$ ?

5. Какое расщепление по фенотипу могло быть в  $F_2$ ?

**Задача 18.** Самка морской свинки с розеточной (всклощенной) шерстью скрещивалась с самцом с розеточной шерстью, в результате было получено 35 розеточных и 12 гладкошерстных потомков.

1. Какой генотип был у самок с розеточной шерстью?

2. Сколько типов гамет мог дать самец?

3. Какое расщепление по генотипу могло быть в потомстве?

4. Какое расщепление по фенотипу могло быть в потомстве?

5. Сколько среди розеточных потомков будут гомозиготными?

**Задача 19.** У собак жесткая шерсть *A* доминирует над нормальной *a*. Самка с нормальной шерстью, оба родителя которой имели же-

сткую шерсть, несколько раз спаривалась с гетерозиготным жесткошерстным самцом, в результате получили 26 щенков.

1. Сколько типов гамет могут образовывать самки с нормальной шерстью?

2. Сколько типов гамет могли дать родители нормальношерстной самки?

3. Сколько щенков из 26 могли иметь жесткую шерсть?

4. Сколько щенков могли иметь нормальную шерсть?

5. Сколько жесткошерстных щенков были гомозиготными?

**Задача 20.** Шортгорнская корова принесла в один отел пять телят, в том числе телочку красной масти, двух бычков чалой масти (смесь красных и белых волос) и двух телочек белой масти.

1. Каковы генотипы у быка и коровы, от которых родились эти телята?

2. Сколько типов гамет дает чалая особь?

3. Какое расщепление по генотипу могло быть в потомстве?

4. Какое расщепление по генотипу могло быть в потомстве?

5. Какой тип наследования масти у шортгорнской породы?

**Задача 21.** В США выведены бесхвостые овцы – рецессивная мутация (*aa*). Бесхвостые матки спаривались с хвостатым самцом. В  $F_1$  родилось 28 хвостатых ягнят и 32 бесхвостых. В родословной маток хвостатых предков не было.

1. Сколько типов гамет могут дать матери потомков  $F_1$ ?

2. Сколько типов гамет могло быть у отца?

3. Сколько ягнят, имеющих хвост, были гетерозиготными?

4. Сколько бесхвостых ягнят были гетерозиготными?

5. Могут ли появиться у бесхвостых овец в дальнейшем хвостатые?

**Задача 22.** Норки *тень* имеют сильно осветленную подпушь. Верхний более темный ярус волос, располагаясь над светлой подпушью, создает вуаль. Мутация определяется геном *S*. В гомозиготном состоянии ген *S* летален, *ss* – стандартный тип. При скрещивании норок *тень Ss* между собой родилось 24 щенка.

1. Сколько типов гамет могли дать норки *тень*?

2. Какое расщепление по фенотипу могло быть у щенков  $F_1$ ?

3. Сколько среди гибридов  $F_1$  могло быть гомозиготных щенков?

4. Сколько щенков  $F_1$  имели окраску *тень*?

5. Сколько щенков погибает в период эмбриогенеза?

**Задача 23.** При скрещивании между собой горностаевых курицы и петуха получено 22 горностаевых, 10 черных и 9 белых цыплят.

1. Сколько типов гамет мог дать горностаевый петуха?
2. Сколько цыплят были гетерозиготными?
3. Сколько цыплят от данного скрещивания были гомозиготными?
4. Сколько генотипов имели цыплята?
5. Каких кур и петухов нужно брать для скрещивания, чтобы получить только горностаевых цыплят?

**Задача 24.** Среди многообразия окрасов у нутрий встречаются зверьки с желтой окраской волосяного покрова – *золотистые нутрии*. Это доминантная мутация  $V$ , в гомозиготном состоянии ген летален. У диких нутрий коричневая окраска детерминирована геном  $v$ .

От скрещивания 320 желтых нутрий с самцами такого же генотипа родилось 1260 щенят, из них желтых было в два раза больше, чем коричневых.

1. Какой генотип был у желтых маток?
2. Сколько желтых щенков были гомозиготными?
3. Какой генотип был у коричневых щенков?
4. Сколько коричневых щенков от данного скрещивания были гомозиготными?
5. Сколько получено желтых щенков?
6. Сколько желтых щенков были гетерозиготными?

**Задача 25.** Окрас серебристо-соболиной норки  $F$  доминирует над коричневой  $f$  (стандарт). Гомозиготность по гену  $F$  приводит к гибели щенков. Серебристо-соболиная норка имеет резкую контрастность в окраске пуховых и кроющих волос. При скрещивании серебристо-соболиных норок между собой родилось 93 щенка.

1. Сколько типов гамет может быть у материнской особи?
2. Сколько генотипов было у щенков  $F_1$ ?
3. Сколько фенотипов было у щенков  $F_1$ ?
4. Какое расщепление по фенотипу наблюдается у щенков  $F_1$ ?
5. Сколько родилось диких (стандартных) щенков?

**Задача 26.** У карпа есть рецессивная мутация  $g$  – золотые особи, точнее, красные и оранжевые с черными глазами. Этот ген используют для маркировки линий при скрещивании.

Икру гомозиготного дикого карпа (сазана) оплодотворили спермой золотого карпа. В дальнейшем было проведено скрещивание между гибридами  $F_1$ . Появилось 2424 потомка в  $F_2$ .

1. Сколько типов гамет могли дать гибриды  $F_1$ ?

2. Какое расщепление по фенотипу было у карпов  $F_2$ ?
3. Сколько среди гибридов  $F_2$  было гомозиготных?
4. Сколько среди гибридов  $F_2$  было золотистых карпов?
5. Сколько в  $F_2$  было рыб дикого типа?

**Задача 27.** Охотник купил собаку, которая имеет короткую шерсть. Ему важно знать, что она чистопородна. Какие действия помогут охотнику определить, что его собака не несет рецессивных генов – длинной шерсти? Составьте схему решения задачи и определите соотношение генотипов потомства полученного от скрещивания чистопородной собаки с гетерозиготной.

1. Сколько типов гамет может дать чистопородная собака?
2. Сколько типов гамет может дать гетерозиготная собака?
3. Какое расщепление по генотипу наблюдается у щенков?
4. Сколько фенотипов было у щенков?
5. Какое скрещивание используется для определения неизвестного генотипа?

**Задача 28.** Комолый бык скрещен с двумя коровами. От скрещивания с рогатой коровой получен рогатый теленок. От скрещивания с комолой коровой получен рогатый теленок.

1. Какой генотип у комолого быка?
2. Какое расщепление по генотипу может быть в потомстве при первом скрещивании?
3. Какой % гомозигот может быть в потомстве при первом скрещивании?
4. Какое расщепление по фенотипу может быть в потомстве при втором скрещивании?
5. Какой % гетерозигот может быть в потомстве при втором скрещивании?

**Задача 29.** Кохинуровые норки (светлая окраска с черным крестом на спинке) получают в результате скрещивания белых норок с темными. При скрещивании кохинуровых норок между собой получено 32 щенка.

1. Сколько типов гамет может дать кохинуровая норка?
2. Сколько генотипов было у щенков?
3. Сколько среди щенков были кохинуровыми?
4. Какое расщепление по фенотипу наблюдается у щенков?
5. Сколько родилось гомозиготных щенков?

**Задача 30.** Серо-голубые телята получают при скрещивании белых и черных животных. При скрещивании черных быков с белыми коровами в  $F_1$  получено 6 телят, в  $F_2$  получено 24 теленка.

1. Сколько типов гамет могли дать серо-голубые телята?
2. Сколько телят в  $F_1$  будут гетерозиготными?
3. Сколько разных генотипов будут иметь телята  $F_2$ ?
4. Сколько разных фенотипов имелось в  $F_2$  по масти?
5. Определите генотипы родителей, если при скрещивании были получены один теленок белого окраса, а другой – серо-голубого.

**Задача 31.** Среди нормальных кур иногда появляются ползающие. Для установления этого признака ползающую курицу скрестили с ползающим и нормальным петухами. В первом случае было получено 8 ползающих цыплят, во втором – 9 нормальных.

1. Какой генотип имеют цыплята при скрещивании ползающей курицы с ползающим петухом?
2. Сколько типов гамет может дать ползающая курица?
3. Какой генотип будут иметь цыплята полученные от скрещивания ползающей курицы с нормальным петухом?
4. Сколько типов гамет может дать нормальный петух?
5. Достаточно ли данных скрещиваний для того, чтобы сделать вывод о характере наследования данного признака? Каков характер наследования данного признака.

**Задача 32.** У кур признак укороченных ног доминирует над длинноногостью. У гомозиготных по коротконогости цыплят клюв настолько мал, что они не могут пробить яичную скорлупу и гибнут, не вылупившись из яйца. В хозяйстве, разводящем только коротконогих кур, получено 3000 цыплят.

1. Сколько среди них будет коротконогих?
2. Сколько типов гамет могли дать коротконогие куры?
3. Какое расщепление по фенотипу было у цыплят?
4. Сколько среди цыплят было гомозиготными?
5. Сколько цыплят погибло?

**Задача 33.** Некоторые скотозаводчики предпочитают иметь рогатых айрширов. От скрещивания комолого айрширского быка с рогатыми коровами было получено 38 потомков, из которых 17 были комолыми и 21 – рогатыми. У коров в родословной не было комолых животных.

1. Какой признак является рецессивным?
2. Сколько типов гамет дает комолый бык?
3. Сколько телят будут гетерозиготными?
4. Сколько разных генотипов будут иметь телята?
5. Не приведет ли использование на племя рогатых потомков к по-

*явлению в стаде в последующих поколениях комолых животных?*

**Задача 34.** Две черные самки мыши скрещены с коричневым самцом. Первая самка принесла в нескольких пометах 9 черных и 7 коричневых мышат, вторая – 17 черных.

1. *Какие генотипы у родителей?*
2. *Какое расщепление по генотипу у мышат в первом помете?*
3. *Сколько среди них будут гомозиготными?*
4. *Какими по генотипу будут мышата во втором помете?*
5. *Как наследуется черная и коричневая окраска у мышей?*

**Задача 35.** У кошек нормальная шерсть доминирует над ангорской. Нормальношерстная кошка, скрещенная с ангорским котом, принесла 8 котят: 6 нормальных и 2 ангорских.

1. *Сколько типов гамет могут образовывать самки с нормальной шерстью?*
2. *Сколько типов гамет мог дать ангорский кот?*
3. *Сколько разных генотипов имеют котята?*
4. *Какое расщепление по фенотипу в потомстве?*
5. *Сколько среди котят были гомозиготными?*

**Задача 36.** Знатокам домашней птицы очень нравятся куры с завитыми перьями. К сожалению, у таких птиц невозможно получить чистую линию: при скрещивании птиц с завитыми перьями обычно получают 50 % птиц с таким же фенотипом, 25 % – с нормальным оперением и 25 % – со специфическими шерстистыми перьями, которые скоро выпадают, оставляя птиц голыми.

При скрещивали гетерозиготных кур и петухов было получено 240 цыплят с разным оперением.

1. *Сколько типов гамет могли дать гетерозиготные куры?*
2. *Какое расщепление по генотипу было у цыплят?*
3. *Сколько цыплят были гомозиготными?*
4. *Сколько цыплят имели завитые перья?*
5. *Сколько разных фенотипов имели цыплята?*

**Задача 37.** При скрещивании коричневой гадюки с серой потомство  $F_1$  получается коричневое. В  $F_2$  получили 45 коричневых и 15 серых животных.

1. *Сколько типов гамет могли дать гибриды  $F_1$ ?*
2. *Какое расщепление по фенотипу было в  $F_2$ ?*
3. *Сколько среди гибридов  $F_2$  было гомозиготных?*
4. *Сколько среди гибридов  $F_2$  было гетерозиготных?*
5. *Как наследуется пигментация кожных покровов у гадюки?*

## 2.2. Дигибридное скрещивание

### Задачи

**Задача 1.** У крупного рогатого скота комолость (отсутствие рогов) **P** доминирует над рогатостью **p**, черная масть **B** – над красной **b**. Оба гена наследуются независимо.

От осеменения 260 красных рогатых коров спермой гомозиготного комолого черного быка родилось 136 телочек. Этих телок в возрасте полутора лет осеменили спермой комолого черного быка такого же генотипа, как у телок. В  $F_2$  родилось 64 теленка.

1. Сколько телок  $F_1$  могли быть гетерозиготными?
2. Сколько появилось телят в  $F_2$  с новым сочетанием признаков?
3. Сколько телят были гомозиготными по обоим признакам?
4. Сколько телят были дигетерозиготными в  $F_2$ ?
5. Сколько телят были рецессивными гомозиготами по двум признакам в  $F_2$ ?

**Задача 2.** У крупного рогатого скота комолость **P** (отсутствие рогов) доминирует над рогатостью **p**, черная масть **B** – над красной **b**. Признаки наследуются независимо.

Бык и коровы черные комолые. От них получено 48 телят: 27 черных комолых, 9 красных комолых, 9 черных рогатых, 3 красных рогатых.

1. Сколько типов гамет могут дать матери телят?
2. Сколько типов гамет может дать отец телят?
3. Сколько телят были гомозиготными по двум генам?
4. Сколько телят были гомозиготными по гену **B**?
5. Сколько телят были гетерозиготными по двум генам?

**Задача 3.** Среди европейских пород крупного рогатого скота мясного направления продуктивности встречается рецессивная мутация «двойная мускулатура». У этих животных выход мясной продукции на 20 % выше, чем у обычного скота. Локус «двойной мускулатуры» а локализован во 2-й хромосоме. Комолость **P** доминирует над рогатостью, локус **P** локализован в 1-й хромосоме.

Спермой рогатого быка с нормальной мускулатурой было осеменено 58 комолых коров с «двойной мускулатурой». Родилось 56 телят, из них: 15 комолых нормальных, 14 рогатых нормальных, 14 комолых с «двойной мускулатурой», 13 рогатых с «двойной мускулатурой».

1. Сколько типов гамет могли дать матери телят?

2. Сколько типов гамет могло быть у отца?
3. Сколько телят были гомозиготными по двум генам?
4. Сколько было дигетерозиготных телят?
5. Сколько телят были гомозиготными по одному гену **P**?

**Задача 4.** У морских свинок черная окраска шерсти **B** доминирует над белой **b**, розеточность **R** – над гладкой шерстью **r**. Гены **R** и **B** наследуются независимо.

Гомозиготных морских свинок черной окраски, имеющих розеточную шерсть, скрещивали с гомозиготными гладкошерстными белыми самцами.

1. Сколько разных генотипов могло быть у гибридов  $F_1$  от этого скрещивания?
2. Сколько разных типов гамет могут дать гибриды  $F_1$ ?
3. Какое расщепление по фенотипу было в  $F_2$ ?
4. Сколько гибридов  $F_2$  могут иметь белую гладкую шерсть?
5. Сколько гибридов  $F_2$  могут иметь черную гладкую шерсть?

**Задача 5.** У некоторых пород свиней встречается однопалость **B** – синдактилия, которая доминирует над двупалостью **b** – нормой. Белая масть крупной белой породы **I** доминирует над черной **i**, типичной для крупной черной породы свиней.

Белый однопалый хряк был спарен с черными нормальными свиньями. Родилось в  $F_1$  30 белых однопалых поросят. В дальнейшем потомство  $F_1$  скрещивали с черным двупалым хряком. В  $F_a$  родилось 144 потомка.

1. Сколько разных генотипов могло быть у гибридов  $F_1$ ?
2. Сколько типов гамет могло быть у гибридов  $F_1$ ?
3. Сколько разных фенотипов могло быть у поросят  $F_a$ ?
4. Сколько потомков  $F_a$  могли быть черными однопалыми?
5. Сколько поросят в  $F_a$  были гомозиготными по двум генам?

**Задача 6.** У карпа обычная (темно-серая) окраска преобладает над голубой, а наличие орнамента (светло-желтые полосы на голове и вдоль плавников) – над его отсутствием. Проведено анализирующее скрещивание, в результате которого получено 480 мальков.

1. Сколько типов гамет образуют гетерозиготные особи?
2. Сколько разных фенотипов образуется в  $F_4$ ?
3. Сколько разных генотипов образуется в  $F_4$ ?
4. Сколько мальков имеют обычную окраску и орнамент?
5. Сколько гомозиготных особей получено в  $F_4$ ?

**Задача 7.** У кур коротконогость **K** доминирует над нормальными ногами. В гомозиготном состоянии ген **K** летален (у гомозиготных цыплят клюв настолько мал, что они не могут пробить яичную скорлупу и погибают в яйце). Окраска оперения определяется геном **C**, рецессивный ген **c** вызывает белую окраску оперения. Коротконогих кур с коричневым (**CC**) оперением спаривали с белыми коротконогими петухами. Вывелось 660 цыплят. Определить генотипы родителей и потомства.

1. Сколько типов гамет могли дать матери цыплят  $F_1$ ?
2. Сколько генотипов могли иметь гибриды  $F_1$ ?
3. Сколько разных фенотипов имели гибриды  $F_1$ ?
4. Сколько цыплят имели коричневое оперение?
5. Сколько цыплят имели нормальные ноги и коричневое оперение?

**Задача 8.** Впервые снежные нутрии (генотип **ttVv**) были получены при скрещивании лимонных нутрий (**TtVv**) между собой. В потомстве появились щенята разных окрасов и генотипов: **TTvv** – коричневые стандартные, **TTVv** – золотистые, **Ttvv** – серебристые, **ttvv** – белые итальянские. При гомозиготе **VV** – летальный исход. От скрещивания между самцами и самками лимонных нутрий родилось 216 щенков.

1. Сколько типов гамет могли дать родители?
2. Сколько щенков от этого скрещивания имели новую окраску – снежные нутрии?
3. При дальнейшем разведении снежных нутрий будет ли идти расщепление?
4. Сколько щенков в  $F_2$  имели окрас лимонных нутрий?
5. Сколько щенков в  $F_2$  имели стандартную окраску меха?

**Задача 9.** Среди многообразия окрасов у нутрий встречаются белые зверьки – снежные нутрии. Их генотип **ttVv**. Они получены в Славском зверосовхозе Калининградской области (см. задачу 14). От скрещивания 32 лимонных самок (светло-желтая окраска) с такими же лимонными самцами (генотип **TtVv**) родилось 84 щенка разных окрасок, в том числе и снежные нутрии. При гомозиготе **VV** – летальный исход.

1. Сколько типов гамет могли дать дигетерозиготные родители?
2. Сколько щенков от этого скрещивания имели серебристую окраску?
3. Сколько разных фенотипов имеют щенки?
4. Сколько щенков в  $F_2$  имели окрас лимонных нутрий?
5. Сколько щенков в  $F_2$  имели белую окраску меха?

**Задача 10.** Гены линейного зеркального карпа доминируют над голым. Генотип линейного зеркального карпа – **SSNn**, у гибридов  $F_1$  – **SsNn**; генотип голого карпа – **ssNn**, чешуйчатого карпа – **SSnn** и разбросанного зеркального – **ssnn**. Карпы, имеющие ген **N** в гомозиготе, погибают на стадии выклевывания или вскоре после выхода личинки из оболочки.

При оплодотворении икры дигетерозиготной самки линейного зеркального карпа спермой самца такого же генотипа появилось 16 000 потомков.

1. Сколько типов гамет может дать дигетерозиготный линейный зеркальный карп?

2. Сколько разных генотипов может быть у гибридов  $F_1$ ?

3. Сколько рыб имели генотип линейного зеркального карпа?

4. Сколько рыб имели фенотип голого карпа?

5. Сколько рыб имели фенотип разбросанного зеркального карпа?

**Задача 11.** Икру дигетерозиготной самки линейного зеркального карпа осеменили спермой разбросанного зеркального карпа. Появилось 504 особи (см. задачу 16).

1. Сколько типов гамет может дать мать?

2. Сколько генотипов может быть у гибридов  $F_4$ ?

3. Сколько потомков  $F_4$  имели фенотип линейного зеркального карпа?

4. Сколько потомков  $F_4$  имели фенотип разбросанного зеркального карпа?

5. Сколько потомков  $F_4$  имели сплошной чешуйчатый покров?

**Задача 12.** У коров комолость **P** доминирует над рогатостью **p**, а красная масть **R** над белой **r**. У шортгорнской породы гетерозиготные по красной и белой окраске животные имеют чалый цвет шерсти.

Гомозиготные комолые белые коровы скрещивались с гомозиготными рогатыми красными быками. Животные  $F_1$  скрещивались между собой. В  $F_2$  было получено 64 животных.

1. Сколько разных типов гамет могла образовать корова  $F_1$ ?

2. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?

3. Сколько разных фенотипов имели животные в  $F_2$ ?

4. Сколько животных были комолыми красными?

5. Сколько животных были рогатыми чалыми?

**Задача 13.** У карпа обычная (темно-серая) окраска преобладает над голубой, а наличие орнамента (светло-желтые полосы на голове и вдоль плавников) – над его отсутствием. Проведено анализирующее скрещивание, в результате которого получено 480 мальков.

1. Сколько типов гамет образуют гетерозиготные особи?

2. Сколько разных фенотипов образуется в  $F_4$ ?

3. Сколько разных генотипов образуется в  $F_4$ ?

4. Сколько мальков имеют обычную окраску и орнамент?

5. Сколько гомозиготных особей получено в  $F_4$ ?

**Задача 14.** При скрещивании серой с мохнатой шерстью крольчихи с черным гладкошерстным кроликом в потомстве  $F_1$  все кролики были черными гладкошерстными. Проведено анализирующее скрещивание, в результате которого получено 320 кроликов всех фенотипов.

1. Сколько разных генотипов могло быть у гибридов  $F_1$ ?

2. Сколько типов гамет могло быть у гибридов  $F_1$ ?

3. Сколько разных фенотипов могло быть в  $F_2$ ?

4. Сколько потомков  $F_2$  могли быть серыми мохматыми?

5. Сколько среди крольчат  $F_2$  были гетерозиготными?

**Задача 15.** У овец гены серой окраски и комолости являются доминантными. Гены не сцеплены. В гомозиготном состоянии ген серой окраски вызывает гибель эмбрионов. Скрещивали дигетерозиготную овцу с гетерозиготным серым комолым самцом, получено 48 ягнят.

1. Сколько типов гамет может дать дигетерозиготная самка?

2. Сколько типов гамет может дать самец?

3. Сколько разных генотипов могло быть у гибридов?

4. Сколько разных фенотипов могло быть у ягнят?

5. Сколько эмбрионов были нежизнеспособными?

**Задача 16.** У кроликов черная окраска доминирует над белой, а гладкая шерсть над мохнатой. При скрещивании белых кроликов с мохнатой шерстью с черными гладкошерстными самцами было получено 25 % потомства с черной мохнатой шерстью, 25 % – белых мохнатых, 25 % – черных гладкошерстных и 25 % – белых гладкошерстных.

1. Сколько типов гамет дает самка?

2. Сколько типов гамет может дать самец?

3. Сколько разных генотипов могут иметь крольчата?

4. Какой процент крольчат имеют белую шерсть?

5. Какое расщепление по фенотипу в потомстве?

**Задача 17.** У собак черная шерсть доминирует над коричневой, а длинная шерсть над короткой (гены не сцеплены). От черной длинношерстной самки при анализирующем скрещивании получено 16 щенков.

1. Сколько типов гамет образует черная длинношерстная самка?

2. Сколько разных фенотипов образуется в  $F_a$ ?

3. Сколько разных генотипов образуется в  $F_a$ ?

4. Сколько щенков имеют черную шерсть?

5. Сколько гомозиготных особей получено в  $F_a$ ?

**Задача 18.** У овец серая окраска ( $A$ ) шерсти доминирует над черной, а рогатость ( $B$ ) – над комолостью (безроговостью). Гены не сцеплены. В гомозиготном состоянии ген серой окраски вызывает гибель эмбрионов. От скрещивания черной комолой овцы с гетерозиготным серым комолым самцом было получено 20 ягнят.

1. Сколько типов гамет дает самка?

2. Сколько типов гамет может дать самец?

3. Сколько разных генотипов могут иметь ягнята?

4. Сколько ягнят будут гомозиготными?

5. Какое расщепление по фенотипу в потомстве?

**Задача 19.** У кролика белая окраска шерсти рецессивна по отношению к серой, а волнистая шерсть доминирует над гладкой. Серый волнистый кролик скрещивался с серой гладкой самкой получено в  $F_1$  12 крольчат, во  $F_2$  получено 64 кролика.

1. Сколько разных типов гамет могла образовать крольчиха  $F_1$ ?

2. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?

3. Сколько разных фенотипов имели животные  $F_2$ ?

4. Сколько животных  $F_2$  были гомозиготными?

5. Сколько животных  $F_2$  имели волнистую шерсть?

**Задача 20.** У кошек полосатый хвост доминирует над однотонным, а длинные усы – над короткими. Дигетерозиготных животные  $F_1$  скрещивались между собой получили 32 котенка. Все неполные гетерозиготы оказались нежизнеспособными.

1. Сколько типов гамет может дать дигетерозиготная самка?

2. Сколько разных генотипов могло быть у гибридов?

3. Сколько разных фенотипов имели котята?

4. Сколько среди котят могли быть дигетерозиготными?

5. Сколько котят имели рецессивные признаки?

**Задача 21.** От скрещивания рыжих рогатых коров с черным безрогим быком получили в  $F_1$  14 черных безрогих телят. В дальнейшем гибриды  $F_1$  скрестили с рыжим комолым быком и было получено 16 телят.

1. Сколько в данном случае будет телят, похожих на быка?

2. Какое расщепление по фенотипу?

3. Сколько разных генотипов имели телята?

4. *Сколько телят были гомозиготными?*
5. *Сколько телят были чистопородными?*

**Задача 22.** Гетерозиготный петух с оперенными ногами и розовидным гребнем скрещен с курицей, фенотипически похожей на него (доминирует розовидный гребень и оперенные ноги). Было получено 80 цыплят, все с оперенными ногами, причем часть из них имела розовидный, а часть – простой гребень.

1. *Сколько типов гамет может дать петух?*
2. *Какой генотип у курицы?*
3. *Сколько разных генотипов имели цыплята?*
4. *Сколько разных фенотипов имели цыплята?*
5. *Сколько цыплят имели доминантные признаки?*

**Задача 23.** У дрозофилы отсутствие глаз (*eyeless*) наследуется как рецессивный признак, а нормальное строение крыльев доминирует над зачаточными (*vestigial*). Безглазая муха с нормальными крыльями, но гетерозиготная по гену зачаточных крыльев, скрещена с самцом, гетерозиготным по гену отсутствия глаз и имеющим зачаточные крылья, было получено 400 мушек.

1. *Сколько типов гамет дает самка?*
2. *Сколько типов гамет дает самец?*
3. *Сколько разных фенотипов имели мушки?*
4. *Сколько среди потомков безглазыми с зачаточными крыльями?*
5. *Сколько мушек будут гомозиготными?*

**Задача 24.** Черную грубошерстную морскую свинку скрещивали с грубошерстным альбиносом. Доминирует черная грубая шерсть. В потомстве оказалось 15 черных грубошерстных, 15 грубошерстных альбиносов, 5 черных гладкошерстных и 5 гладкошерстных альбиносов.

1. *Какой генотип могла иметь черная грубошерстная самка?*
2. *Какой генотип у грубошерстного самца альбиноса?*
3. *Сколько типов гамет может дать самка?*
4. *Сколько типов гамет может дать самец?*
5. *Сколько разных генотипов имели потомки?*

**Задача 25.** У собак короткая шерсть определяется геном *L*, длинная – *l*, укороченная нижняя челюсть *t* рецессивна по отношению к нормальной *T*. Оба признака наследуются независимо.

Гомозиготный короткошерстный кобель с нормальной челюстью был спарен с тремя гомозиготными самками, у которых длинная шерсть и укороченная челюсть. Родилось 10 щенков, из которых 6 са-

мок. Все они были короткошерстными с нормальной челюстью. В дальнейшем гибридных самок  $F_1$  скрестили с кобелем такого же генотипа. Родилось 32 щенка.

1. Сколько потомков  $F_1$  были дигетерозиготными?
2. Сколько типов гамет могут дать щенки  $F_1$ ?
3. Сколько щенков  $F_2$  были гомозиготными?
4. Сколько щенков  $F_2$  были длинношерстными и имели укороченную челюсть?
5. Сколько щенков  $F_2$  были короткошерстными и имели нормальную челюсть?

**Задача 26.** У собак коротконогость  $N$  доминирует над высоконогостью  $n$ , нормальное число зубов  $P$  над частично редуцированной зубной системой  $p$ .

Высоконогая самка с нормальной зубной системой и коротконогий самец с редукцией зубов имеют 5 щенков: 1 – высоконогий с нормальными зубами, 1 – коротконогий с нормальными зубами, 1 – коротконогий с редуцированными зубами, 2 – высоконогих с редуцированными зубами.

1. Сколько типов гамет может иметь самка?
2. Сколько типов гамет может быть у самца?
3. Сколько типов гамет могут дать высоконогие потомки с частично редуцированными зубами?
4. Сколько типов гамет может дать коротконогое потомство с нормальными зубами?
5. Какой генотип может иметь высоконогое потомство с нормальными зубами?

**Задача 27.** Гернсейская порода крупного рогатого скота молочного направления продуктивности – масть желтая ( $bb$ ), белые живот, ноги и вымя ( $Ss$ ). Черно-пестрая порода – масть черная с белыми полосами и отметинами на теле ( $BBSs$ ). Гены локализованы в разных хромосомах. Коровы (230) гернсейской породы ( $bbSs$ ) были осеменены спермой черно-пестрого быка. Родилось 208 телят.

1. Сколько потомков  $F_1$  могут быть дигетерозиготными?
2. Сколько потомков  $F_1$  могут быть моногетерозиготными?
3. Сколько типов гамет могли дать дигетерозиготные телки  $F_1$ ?
4. Сколько типов гамет могли дать моногетерозиготные телята  $F_1$ ?
5. Сколько телят в  $F_1$  могли иметь черную масть с белыми полосами и отметинами на теле?

**Задача 28.** У тутового шелкопряда гусеницы различаются по окраске тела и по цвету кокона. Доминирует полосатая окраска тела над одноцветной, желтые коконы над белыми.

Скрещивались полосатые гусеницы, плетущие желтые коконы, с одноцветными гусеницами, плетущими белые коконы. В потомстве получено 200 гусениц, разных как по окраске тела, так и по цвету кокона.

1. Каковы генотипы родительских особей?
2. Сколько разных генотипов имеют потомки гусениц?
3. Сколько разных фенотипов в потомстве?
4. Сколько гомозиготных особей в потомстве?
5. Сколько гусениц имели рецессивные признаки?

**Задача 29.** У редкой породы попугаев оранжевая окраска доминирует над серой, кривой клюв над прямым. После скрещивания двух дигетерозиготных птиц получили 60 попугайчиков. Было установлено, что и у ♂ и у ♀ гаметы с двумя доминантными генами не способны к оплодотворению.

1. Какое расщепление по фенотипу должно быть у этих птиц?
2. Сколько разных генотипов имеют попугайчики?
3. Сколько попугайчиков будут гомозиготными?
4. Сколько попугайчиков будут дигетерозиготными?
5. Сколько среди попугайчиков будут иметь серую окраску и кривой клюв?

**Задача 30.** При скрещивании мухи дрозофилы, имеющей серое тело (*A*) и нормальные крылья (*B*), с самцом, имеющим черное тело и закрученные крылья в  $F_1$  было получено 80 мушек, которых скрестили с рецессивными гомозиготами. В  $F_2$  было получено 1600 мушек.

1. Сколько типов гамет может иметь самка?
2. Сколько типов гамет может быть у самца?
3. Сколько разных генотипов имеют потомки  $F_2$ ?
4. Сколько среди потомков будет дигетерозигот?
5. Сколько среди потомков  $F_2$  будут иметь закрученные крылья?

**Задача 31.** У верблюда белые ресницы доминируют над желтыми, длинная шерсть – над короткой. Скрестили верблюдов с белыми ресницами и длинной шерстью с желтыми ресницами и короткой шерстью. В  $F_1$  было получено 5 потомков, а в  $F_2$  получено 16 особей.

1. Сколько типов гамет может дать гибрид  $F_1$ ?
2. Сколько разных фенотипов имели гибриды  $F_2$ ?

3. Сколько среди гибридов  $F_2$  имели белые ресницы и короткую шерсть?

4. Сколько среди гибридов  $F_2$  будут чистопородными?

5. Сколько разных генотипов имели гибриды  $F_2$ ?

**Задача 32.** У кошек сиамской породы короткая шерсть доминирует над длинной шерстью персидской породы, а черная окраска шерсти персидской породы доминантна по отношению к палевой окраской сиамской породы. Скрестили сиамскую кошку с персидским котом. В  $F_1$  было получено 10 потомков, а в  $F_2$  получено 64 котенка.

1. Сколько типов гамет может дать дигетерозиготная самка?

2. Сколько разных генотипов имели гибриды  $F_1$ ?

3. Сколько разных фенотипов имели котята  $F_2$ ?

4. Сколько среди котят  $F_2$  могли иметь фенотип сиамской кошки?

5. Сколько котят  $F_2$  могли иметь фенотип персидского кота?

**Задача 33.** У человека праворукость доминирует над леворукостью, кареглазость – над голубоглазостью. Голубоглазый правша, отец которого был левшой, женится на кареглазой правше из семейства, все члены которого в течение нескольких поколений имели карие глаза. Определить генотипы родителей и потомства.

1. Укажите генотип отца детей.

2. Сколько типов гамет может быть у отца?

3. Сколько типов гамет может быть у матери детей?

4. Каков фенотип у их детей?

5. Сколько разных генотипов было у их детей?

**Задача 34.** У человека курчавые волосы доминируют над прямыми, наличие веснушек – над их отсутствием. Отец с курчавыми волосами и без веснушек и мать с прямыми волосами и с веснушками имеют троих детей. Все дети имеют веснушки и курчавые волосы. Определить генотипы родителей и потомства.

1. Указать генотип отца.

2. Указать генотип матери.

3. Указать генотип их детей.

4. Сколько разных генотипов может быть у их детей?

5. Когда дети вырастут, сколько типов гамет может у них быть?

**Задача 35.** У человека кареглазость доминирует над голубоглазостью, а большой нос – над нормальным размером носа. Женщина, имеющая нос нормального размера и карие глаза, выходит замуж за голубоглазого мужчину с большим носом (гетерозиготный по данному

признаку). У них родилось четыре ребенка. Первый сын был голубоглазым и с большим носом. Определить генотипы родителей и потомства.

1. Сколько типов гамет может быть у матери этих детей?
2. Сколько типов гамет может быть у отца?
3. Может ли в этой семье родиться кареглазый ребенок с нормальным носом?
4. Может ли в этой семье родиться голубоглазый ребенок с нормальным носом?
5. Может ли родиться ребенок, имеющий фенотипические и генетические признаки отца?

### 2.3. Тригибридное скрещивание

#### Задачи

**Задача 1.** У крупного рогатого скота нормальная шерсть **L** доминирует над длинной **l**, курчавая шерсть **R** над гладкой **r**, комолость **P** над рогатостью **p**. Все три гена локализованы в разных хромосомах. Комолых коров галловейской породы с длинной и курчавой шерстью осеменили спермой рогатого быка герефордской породы с нормальной и гладкой шерстью. В  $F_1$  было получено 12 потомков, от скрещивания их между собой было получено 64 потомка  $F_2$ .

1. Сколько разных генотипов было в  $F_1$ ?
2. Сколько животных  $F_1$  имели доминантные признаки?
3. Сколько разных фенотипов было в  $F_2$ ?
4. Сколько в  $F_2$  было животных с рецессивными признаками?

**Задача 2.** У карпа обычная (темно-серая) окраска преобладает над голубой, наличие орнамента (светло-желтые полосы на голове и вдоль плавников) - над его отсутствием, а наличие чешуи над ее отсутствием. Скрещивали гомозиготную самку, имеющую все три признака в доминантном состоянии, с самцами, имеющими рецессивные признаки. В  $F_1$  было получено 120 потомков, от скрещивания их между собой было получено 640 мальков  $F_2$ .

1. Сколько типов гамет образуют гомозиготный самец?
2. Сколько разных фенотипов образуется в  $F_1$ ?
3. Сколько разных генотипов образуется в  $F_2$ ?
4. Сколько мальков по фенотипу будут похожими на гибриды  $F_1$ ?
5. Сколько гомозиготных особей получено в  $F_2$ ?

**Задача 3.** У собак короткая шерсть определяется геном **L**, длинная – **l**, курчавая шерсть – **R**, гладкая – **r**, черная масть – **B**, белая – **b**. Гены наследуются независимо. Гетерозиготная самка, имеющая курчавую короткую черную шерсть, многократно была спарена с самцом, у которого белая длинная гладкая шерсть. В нескольких пометах этой пары родилось 80 щенков.

1. Сколько типов гамет может дать мать этого потомства?
2. Сколько типов гамет может дать отец?
3. Сколько щенков были гомозиготными по трем генам?
4. Сколько щенков были дигетерозиготными?
5. Сколько щенков были с короткой белой гладкой шерстью?

**Задача 4.** У собак короткая шерсть **L** доминирует над длинной – **l**, прямой хвост **r** рецессивен по отношению к кривохвостости **R**, черная масть **B** доминирует над белой **b**.

Гетерозиготный черный кобель с длинной шерстью и прямым хвостом многократно спаривался с белой сучкой, гетерозиготной по короткой шерсти и с кривым хвостом **Rr**. Родилось 24 щенка.

1. Сколько типов гамет может дать мать этих щенков?
2. Сколько типов гамет может дать отец?
3. Сколько щенков были дигетерозиготными?
4. Сколько щенков были гомозиготными по трем генам?
5. Сколько щенков были гетерозиготными по трем генам?

**Задача 5.** У немецких овчарок короткая лапа **F** (кошачья) доминирует над длинной **f**, жесткая шерсть **D** – над нормальной **d**, прямая **A** – над волнистой **a**. Все гены локализованы в разных хромосомах.

Самец с жесткой прямой шерстью и короткой лапой был спарен с самкой, имеющей нормальную волнистую шерсть и короткую лапу. В нескольких пометах этой пары родилось 9 щенков с жесткой прямой шерстью и короткой лапой, 10 – с жесткой волнистой шерстью и короткой лапой, 3 щенка с жесткой волнистой шерстью и длинной лапой и 2 – с жесткой прямой шерстью и длинной лапой.

1. Сколько типов гамет может дать мать этого потомства?
2. Сколько типов гамет может дать отец этих щенят?
3. Сколько щенков были гомозиготными по трем генам?
4. Сколько щенков были моногетерозиготными?
5. Сколько щенков были дигетерозиготными?

**Задача 6.** У морских свинок розеточная шерсть **R** доминирует над гладкой **r**, черная окраска **B** над белой **b** и короткая шерсть **L** над длинной **l**. Скрещивали гомозиготную морскую свинку, имеющую все

три признака в доминантном состоянии, с самцами, имеющими рецессивные признаки. В  $F_1$  было получено 32 потомка, от скрещивания их между собой было получено 64 потомка  $F_2$ .

1. Сколько разных генотипов было в  $F_1$ ?
2. Сколько животных  $F_1$  имели доминантные признаки?
3. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?
4. Сколько в  $F_2$  было животных с белой длинной розеточной шерстью?
5. Сколько в  $F_2$  было животных с черной короткой гладкой шерстью?

**Задача 7.** У кур оперенные ноги **A** доминируют над голыми **a**, розовидный гребень **R** - над простым, а белое оперение **I** – над окрашенным **i**. Скрещивали гомозиготную курицу с оперенными ногами, розовидным гребнем и белым оперением с петухом, у которого все признаки в рецессивном состоянии. От этого скрещивания в  $F_1$  получено 120 цыплят, а в  $F_2$  – 3200 цыплят.

1. Сколько гибридов  $F_1$  имели все доминантные признаки?
2. Сколько типов гамет могла образовать курица в  $F_1$ ?
3. Сколько разных фенотипов имели цыплята в  $F_2$ ?
4. Сколько гибридов  $F_2$  имели все рецессивные признаки?
5. Сколько в  $F_2$  могло быть гомозиготных генотипов по двум генам?

**Задача 8.** У кур оперенные ноги **A** доминируют над голыми **a**, розовидный гребень **R** – над простым, а белое оперение **I** – над окрашенным **i**. Скрещивали курицу с рецессивными признаками с тригетерозиготным петухом, в результате было получено 400 цыплят.

1. Сколько типов гамет может дать курица?
2. Сколько типов гамет может дать петух?
3. Сколько щенков были гетерозиготными по трем генам?
4. Сколько щенков были с рецессивными признаками?
5. Сколько разных генотипов имели цыплята?

**Задача 9.** У мышей черная окраска доминирует над коричневой, длинные уши доминируют над короткими, а жесткая шерсть – над мягкой. Скрещивали гомозиготную самку с доминантными признаками с самцом, у которого все признаки в рецессивном состоянии. От этого скрещивания в  $F_1$  получено 40 мышат, а в  $F_2$  – 6400 мышат.

1. Сколько разных генотипов имели гибриды  $F_1$ ?
2. Сколько типов гамет может дать гибрид  $F_1$ ?
3. Сколько разных фенотипов имели мышата в  $F_2$ ?
4. Сколько гибридов  $F_2$  имели все доминантные признаки?

5. Сколько среди гибридов  $F_2$  могли быть гомозиготными?

**Задача 10.** У карпа обычная (темно-серая) окраска преобладает над голубой, наличие орнамента (светло-желтые полосы на голове и вдоль плавников) - над его отсутствием, а наличие чешуи над ее отсутствием. Проведено анализирующее скрещивание, в результате которого получено 800 мальков.

1. Сколько типов гамет образуют гетерозиготные особи?
2. Сколько разных фенотипов образуется в  $F_4$ ?
3. Сколько разных генотипов образуется в  $F_4$ ?
4. Сколько мальков имеют доминантные признаки?
5. Сколько гомозиготных особей получено в  $F_4$ ?

**Задача 11.** У дрозофилы серая окраска тела преобладает над черной, отсутствие глаз – над наличием, а нормальное строение крыльев доминирует над зачаточными. Тригетерозиготную самку скрестили с самцом, у которого все признаки в рецессивном состоянии, было получено 1600 мушек.

1. Сколько типов гамет дает самка?
2. Сколько типов гамет дает самец?
3. Сколько разных фенотипов имели мушки?
4. Сколько среди потомков будут похожими по фенотипу на самку?
5. Сколько мушек будут гомозиготными?

**Задача 12.** У свиней белая щетина доминирует над черной, срастопалость – над нормальными ногами, а мохнатые уши над нормальными. Скрещивали гомозиготную самку с рецессивными признаками с хряком, у которого все признаки в доминантном состоянии. От этого скрещивания в  $F_1$  получено 10 поросят, а в  $F_2$  – 64 поросенка.

1. Сколько поросят  $F_1$  имели доминантные признаки?
2. Сколько типов гамет может дать гибрид  $F_1$ ?
3. Сколько разных фенотипов имели поросята в  $F_2$ ?
4. Сколько поросят  $F_2$  имели все доминантные признаки?
5. Сколько гибридов  $F_2$  имели белую щетину, нормальные ноги и мохнатые уши?

**Задача 13.** В семье, где супруги были близорукими кареглазыми правшами, родилось 4 детей, среди которых первый сын с нормальным зрением. Все дети были кареглазыми правшами. Доминирует близорукость, кареглазость и праворукость.

1. Какова вероятность того, что три следующих ребенка будут похожи на первого.

2. Какой генотип могли иметь родители?
3. Сколько генотипов могло быть у детей?
4. Какое расщепление по фенотипу у детей?
5. Сколько детей будут близорукими?

**Задача 14.** Женщина с темными волосами, карими глазами и с веснушками (доминантные признаки) вышла замуж за темноволосого мужчину с голубыми глазами и без веснушек. Все дети в этой семье были темноволосыми кареглазыми и с веснушками только у одного ребенка были голубые глаза.

1. Какой генотип могла иметь женщина?
2. Какой генотип мог иметь отец?
3. Сколько фенотипов могло быть у детей?
4. Какое расщепление по генотипу у детей?
5. Сколько детей будут близорукими?

**Задача 15.** У морских свинок розеточная шерсть **R** доминирует над гладкой **r**, черная окраска **B** над белой **b** и короткая шерсть **L** над длинной **l**. Скрещивали гетерозиготную морскую свинку, имеющую розеточную черную короткую шерсть с самцами, у которого все три признака в доминантном состоянии, было получено 32 потомка  $F_2$ .

1. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?
2. Сколько животных  $F_2$  имели доминантные признаки?
3. Сколько разных фенотипов было в  $F_2$ ?
4. Сколько в  $F_2$  было чистопородных животных?
5. Сколько в  $F_2$  было животных гетерозиготных по двум признакам?

**Задача 16.** Корова абердин-ангусской породы, черной масти (**BB**), комолая (**PP**), с окрашенной головой (**cc**) была скрещена с рогатым быком (**pp**) красной масти (**bb**), с белой головой (**CC**), герефордской породы. Селекционер задался целью получить породу красной масти, комолую и с белой головой. От этого скрещивания коровы абердин-ангусской породы с быком герефордской породы в  $F_1$  получено 12 телят, а в  $F_2$  – 64 теленка.

1. Сколько телят  $F_1$  имели доминантные признаки?
2. Сколько типов гамет может дать гибрид  $F_1$ ?
3. Сколько разных фенотипов имели телята  $F_2$ ?
4. Сколько телят  $F_2$  были похожими на герефордов?
5. Какая часть  $F_2$  будет обладать желательным фенотипом?

### 3. НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ

#### 3.1. Комплементарное взаимодействие генов

##### Задачи

**Задача 1.** Норки мойл (**mm**) светло-бежевой окраски были спарены с алеутскими самцами черно-голубого окраса (**aa**). В  $F_1$  родились коричневые щенки (стандартного типа). В дальнейшем их спаривали между собой. В  $F_2$  родилось 128 потомков, из них 70 коричневых, 26 мойл, 24 алеутских. Могли появиться также норки новой окраски – лавандовой (**mmaa**).

1. Указать тип наследования окраса. Сколько типов гамет могли дать гибриды  $F_1$ ?

2. Сколько разных генотипов могло быть в  $F_2$ ?

3. Сколько разных фенотипов было у гибридов  $F_2$ ?

4. Сколько в  $F_2$  могло появиться гомозиготных норок мойл?

5. Сколько в  $F_2$  было гомозиготных норок алеутской окраски?

**Задача 2.** Норки окраса пастель (**bb**) имеют опушение от светло-коричневого до коричневого цвета, несколько светлее по окрасу норки соклот (**tt**). При их скрещивании в  $F_1$  рождаются коричневые щенки стандартного типа.

От скрещивания  $F_1$  между собой родилось в  $F_2$  254 коричневых щенка стандартного типа, 82 типа пастель, 87 соклот и 27 новой светло-бежевой окраски соклот-пастель.

1. Сколько типов гамет могли дать гибриды  $F_1$ ?

2. Сколько разных генотипов могло быть в  $F_2$ ?

3. Сколько фенотипов было у гибридов  $F_2$ ? Какой тип наследования?

4. Сколько в  $F_2$  было полностью гомозиготных генотипов?

5. Сколько среди  $F_2$  было доминантных генотипов по двум генам?

**Задача 3.** Норка сапфир (нежно-голубой окраски) была получена при скрещивании алеутской (**aa**) и серебристо-голубой (**pp**) норок. В  $F_1$  родились коричневые щенки. Затем гибридов  $F_1$  скрестили между собой. Родилось 480 щенков, из них 30 новой окраски сапфир (**aapp**).

1. Сколько типов гамет могли дать гибриды  $F_1$ ?

2. Сколько разных генотипов могло быть в  $F_2$ ?

3. Сколько фенотипов было у гибридов  $F_2$ ?

4. Сколько в  $F_2$  могло быть норок алеутской окраски?

5. Сколько в  $F_2$  могло быть серебристо-голубых норок?

**Задача 4.** У рыбок *гуппи* известны два неаллельных аутосомных гена, ответственных за окрас: **b** (бледные) и **r** (голубые). При скрещивании бледных (**RRbb**) гуппи с голубыми (**rrBB**) в  $F_1$  все рыбки были серыми. В дальнейшем при скрещивании  $F_1$  между собой было получено 640 потомков в  $F_2$ .

1. Сколько типов гамет могли дать гибриды  $F_1$ ?
2. Сколько разных генотипов могло быть у гибридов  $F_2$ ?
3. Сколько фенотипов могло быть у гибридов  $F_2$ ?
4. Сколько в  $F_2$  было рыбок, гомозиготных по двум генам?
5. Сколько в  $F_2$  было серых гуппи?

**Задача 5.** У кур ген **R** отвечает за розовидный гребень, ген **P** – за гороховидный. При взаимодействии этих генов развивается ореховидный гребень. Простой гребень может быть при генотипе **rrpp**. Ореховидная особь, скрещенная с розовидной, дает 3/8 потомства ореховидных, 3/8 розовидных, 1/8 гороховидных и 1/8 простых.

1. Сколько типов гамет может дать данная ореховидная особь?
2. Сколько типов гамет может дать розовидная особь?
3. Сколько от этого скрещивания было цыплят с ореховидным гребнем?
4. Сколько цыплят имели розовидный гребень?
5. Сколько цыплят имели простой гребень?

**Задача 6.** У кроликов короткая шерсть (порода *рекс*) в разных линиях определяется двумя неаллельными генами: в одной – геном **C**, в другой – **D**. При скрещивании гомозиготных кроликов разных линий родились крольчата с нормальной длиной шерстью. В  $F_2$  получено 128 крольчат, из них 72 с нормальной шерстью и 56 рексов.

1. Какой тип наследования в данном скрещивании?
2. Сколько типов гамет могут дать гибриды  $F_1$ ?
3. Сколько разных генотипов может быть в  $F_2$ ?
4. Сколько крольчат-рексов в  $F_2$  могут иметь дигетерозисный генотип?
5. Сколько в  $F_2$  крольчат с нормальной шерстью будут иметь гомозиготный генотип по двум доминантным генам?

**Задача 7.** У кур розовидная форма гребня определяется геном **R**, гороховидная – **P**, которые доминируют над простой – **rrpp**. При одновременном присутствии в генотипе особей генов розовидного и гороховидного гребня **R\_P\_** у потомства образуется новый гребень ореховидной формы. Куры, имеющие простой гребень, были спарены с пе-

тухами, имеющими ореховидный гребень. Было получено 480 цыплят, у которых проявились все формы гребня.

1. Сколько типов гамет дает гибрид  $F_1$ ?
2. Сколько цыплят  $F_1$  имели ореховидный гребень?
3. Сколько фенотипов имели потомки в  $F_2$ ?
4. Сколько цыплят  $F_2$  имели розовидный гребень?
5. Сколько цыплят  $F_2$  имели простой гребень?

**Задача 8.** Окраска шерсти у мышей определяется двумя парами неаллельных генов. Ген **C** определяет черную окраску шерсти и является доминантным по отношению к **c**, обуславливающему белую окраску шерсти. Ген **A** в присутствии гена **C** обуславливает серовато-бурую окраску «агути». Особи, гомозиготные по рецессивному аллелю **a**, всегда являются альбиносами.

Скрестили черную линию генотипа **ССаа** с мышью альбиносом генотипа **ссАА**. В  $F_1$  было получено 16 мышат с окраской типа «агути», а в  $F_2$  – 80 мышат.

1. Сколько типов гамет образует мышь типа «агути»?
2. Сколько потомков  $F_2$  будут иметь черную окраску?
3. Сколько белых мышат будет в  $F_2$ ?
4. Сколько мышат типа «агути» будут двойными гомозиготами?
5. Сколько разных фенотипов имеют мышата  $F_2$ ?

**Задача 9.** Форма плода у тыквы определяется взаимодействием двух пар неаллельных генов. Дискovidная форма плода возникает в результате взаимодействия двух доминантных генов, а удлиненная форма плода – вследствие сочетания их рецессивных аллелей. При наличии одного из доминантных генов плоды имеют сферическую форму.

При скрещивании чистосортных растений, имеющих плоды сферической формы, в  $F_1$  было получено 112 растений с дискovidной формой, которые скрестили между собой и получили 1280 растений  $F_2$ .

1. Сколько типов гамет образует родительская особь?
2. Сколько разных генотипов имеют гибриды  $F_1$ ?
3. Сколько разных фенотипов у растений  $F_2$ ?
4. Сколько растений  $F_2$  имеют сферическую форму?
5. Сколько растений  $F_2$  имеют удлиненную форму плода?

**Задача 10.** У кур ген **R** отвечает за розовидный гребень, ген **P** – за гороховидный. Если эти гены одновременно присутствуют в генотипе, то развивается ореховидный гребень. Простой гребень может быть при генотипе **ггrr**.

Ореховидная гетерозиготная особь, скрещенная с петухом, у которого простой гребень, дает потомство разного фенотипа. Вывелось 100 цыплят.

1. Сколько типов гамет может дать данная ореховидная особь?
2. Сколько типов гамет может дать петух?
3. Сколько от этого скрещивания было цыплят с ореховидным гребнем?
4. Сколько цыплят имели розовидный гребень?
5. Сколько цыплят были гомозиготными?

**Задача 11.** У божьих коровок с красными спинками было получено потомство с оранжевыми спинками, которые скрещивались между собой. В следующем поколении получено: 175 оранжевых, 119 красных и 21 желтая особь.

1. Как наследуется окраска спинки у божьих коровок?
2. Сколько разных генотипов имеют гибриды  $F_2$ ?
3. Какое расщепление по фенотипу у гибридов  $F_2$ ?
4. Какой генотип имеет желтая божья коровка?
5. Сколько разных фенотипов имеют гибриды  $F_2$ ?

**Задача 12.** Собаки породы коккер-спаниель при генотипе  $A\_B\_$  имеют черную масть, при генотипе  $aaB\_$  – коричневую,  $A\_bb$  – рыжие, а при генотипе  $aabb$  – светло-желтую. При скрещивании черного коккер-спаниеля со светло-желтой самкой родился светло-желтый щенок.

1. Сколько типов гамет может дать самка коккер-спаниель?
2. Сколько типов гамет может дать самец?
3. Сколько разных генотипов имеют гибриды от этого скрещивания?
4. Какое расщепление по фенотипу в потомстве?
5. Сколько щенков были гомозиготными?

**Задача 13.** Окраска оперенья у попугайчиков зависит от взаимодействия двух пар неаллельных генов. Зеленая окраска возникает в результате взаимодействия двух доминантных генов, а белая – вследствие сочетания их рецессивных аллелей. При наличии одного из доминантных генов (А) окраска желтая, а при наличии доминантного гена (В) – голубая окраска.

В первом поколении от скрещивания голубого и желтого волнистых попугайчиков все потомство  $F_1$  оказалось зеленым. В  $F_2$  появилось 48 попугайчиков.

1. Сколько типов гамет дает гибрид  $F_1$ ?
2. Сколько генотипов имели гибриды  $F_1$ ?

3. Сколько генотипов имели потомки в  $F_2$ ?
4. Сколько попугайчиков  $F_2$  имели зеленую окраску?
5. Сколько среди них были гомозиготными?

**Задача 14.** У норки известно два рецессивных гена –  $p$  и  $i$ , гомозиготность по каждому из которых, или по обоим одновременно, обуславливает платиновую окраску меха. Дикая коричневая окраска получается при наличии обоих доминантных аллелей  $P$  и  $I$ .

Коричневая гетерозиготную норку, скрещивали с рецессивным самцом, в результате было получено 80 щенков.

1. Сколько типов гамет может дать коричневая норка?
2. Сколько типов гамет может дать самец?
3. Сколько от этого скрещивания было получено щенков с платиновой окраской?
4. Сколько щенков имели коричневую окраску?
5. Сколько фенотипов имели щенки?

При каком типе скрещивания двух платиновых норок все их потомство будет коричневым?

**Задача 15.** Окраска шерсти у кроликов определяется двумя парами генов, расположенных в разных хромосомах. При наличии доминантного гена  $C$  доминантный ген  $A$  другой пары обуславливает серую окраску шерсти, рецессивный ген  $a$  – черную окраску. От скрещивания серых дигетерозиготных кроликов было получено 32 кролика?

1. Как наследуется окраска шерсти у кроликов?
2. Сколько разных генотипов имеют крольчата?
3. Какое расщепление по фенотипу у гибридных кроликов?
4. Сколько кроликов могли быть гомозиготными?
5. Сколько разных фенотипов имеют крольчата?

**Задача 16.** У мушки дрозофилы окраска глаз наследуется при взаимодействии генов по типу комплементарности. При этом сочетание генов  $A-B$  обуславливает красную окраску,  $aavv$  – белую,  $aaB$  – ярко-красную,  $A-vv$  – коричневую.

При скрещивании гомозиготных мух с коричневыми глазами с мухами, имеющими ярко-красные глаза в  $F_1$  было получено 20 мушек красными глазами, а в  $F_2$  – 160 мушек.

1. Сколько типов гамет дает гибрид  $F_1$ ?
2. Сколько потомков  $F_2$  будут иметь красные глаза?
3. Сколько было в  $F_2$  белоглазых мушек?
4. Сколько было в  $F_2$  мушек с коричневыми глазами?
5. Сколько генотипов имели потомки  $F_2$ ?

**Задача 17.** Глухота может быть обусловлена двумя рецессивными аллелями **d** и **e**, лежащими в разных хромосомах. Глухой мужчина с генотипом **ddEE** вступает в брак с глухой женщиной с генотипом **DDee**, все дети имеют нормальный слух. Нормальный слух у человека обусловлен двумя доминантными аллелями разных генов **D** и **E**, из которых один определяет развитие улитки, другой – слухового нерва.

В одной семье, где мать и отец глухие, родилось семеро детей с нормальным слухом; в другой – также у глухих родителей родилось четверо глухих детей.

1. Каковы генотипы родителей в двух семьях?
2. Какой генотип могли иметь дети с нормальным слухом в первой семье?
3. Какой генотип могли иметь глухие дети во второй семье?
4. Сколько типов гамет может дать ребенок с генотипом **DDEE**?
5. Какой вид взаимодействия генов проявляется в этом случае?

**Задача 18.** Форма гребня у кур может быть листовидной, гороховидной, розовидной и ореховидной. При скрещивании кур, имеющих ореховидные гребни, в потомстве оказались куры со всеми четырьмя формами гребней в соотношении: девять ореховидных, три гороховидных, три розовидных, один листовидный. От скрещивания петуха с гороховидным гребнем (генотип **ttPp**) с курицей, у которой розовидный гребень (**Rrpp**) было получено 40 цыплят.

1. Сколько типов гамет дает петух?
2. Сколько генотипов имели цыплята?
3. Сколько фенотипов имели потомки?
4. Сколько цыплят имели ореховидную форму гребня?
5. Сколько цыплят имели простую форму гребня?

**Задача 19.** У меченосцев окраска тела наследуется по типу комплементарности. При этом сочетание генов **A-B** обуславливает кирпично-красную окраску, **aa<sup>bb</sup>** – лимонную, **aaB** – алую, **A-bb** – зеленую.

При скрещивании гомозиготных меченосцев с лимонной окраской с гетерозиготными самками, имеющими кирпично-красную окраску, в  $F_1$  было получено 120 меченосцев.

1. Сколько типов гамет может дать самка меченосцев?
2. Сколько типов гамет может дать самец?
3. Сколько от этого скрещивания было получено потомков с зеленой окраской?
4. Сколько потомков  $F_1$  имели лимонную окраску?
5. Сколько фенотипов имели потомки  $F_2$ ?

**Задача 20.** Окраска у карпа зависит от взаимодействия двух пар неаллельных генов. Темная окраска возникает в результате взаимодействия двух доминантных генов, а белая – вследствие сочетания их рецессивных аллелей. При наличии одного из доминантных генов (А) окраска стальная, а при наличии доминантного гена (В) – оранжевая окраска.

В первом поколении от скрещивания стального и оранжевого карпов все потомство  $F_1$  имело темную окраску. В  $F_2$  появилось 800 мальков.

1. Сколько типов гамет дает гибрид  $F_1$ ?
2. Сколько генотипов имели гибриды  $F_2$ ?
3. Сколько фенотипов имели потомки  $F_2$ ?
4. Сколько мальков  $F_2$  имели стальную окраску?
5. Сколько мальков  $F_2$  были гомозиготными?

### 3.2. Эпистатическое взаимодействие генов

#### Задачи

**Задача 1.** У кур породы *леггорн* окраска перьев обусловлена наличием доминантного аллеля **С**. Если он находится в рецессивном состоянии, то окраска не развивается. На действие этого гена оказывает влияние ген **І**, который в доминантном состоянии подавляет развитие признака, контролируемого геном **С**.

От скрещивания гомозиготных с окрашенным опереньем кур (ССіі) с белыми петухами (ссІІ) было получено в  $F_1$  60 цыплят, а в  $F_2$  – 1600 цыплят. Определите генотипы родителей и потомства.

1. Сколько типов гамет образует гибрид  $F_1$ ?
2. Сколько в  $F_1$  было получено белых цыплят?
3. Сколько особей в  $F_2$  имели окрашенное оперенье?
4. Сколько среди них были гомозиготными?
5. Каково расщепление по фенотипу в  $F_2$ ?

**Задача 2.** У лошадей имеется ген раннего посеждения **С**. Действие генов вороной (**В**) и рыжей масти (**в**) проявляется только в отсутствие доминантного аллеля **С**. В его присутствии масть будет серой. При скрещивании гомозиготных вороных лошадей (ВВсс) с серыми (ввСС) потомство  $F_1$  с серой окраской. В дальнейшем при скрещивании  $F_1$  между собой в  $F_2$  появилось 48 особей. Определите генотипы родителей и потомства.

1. Сколько разных генотипов могло быть в  $F_1$ ?
2. Сколько жеребят  $F_2$  имели вороную масть?
3. Сколько жеребят  $F_2$  были рыжими?
4. Сколько разных фенотипов могло быть в  $F_2$ ?

**Задача 3.** У золотых рыбок гены **S** и **s** определяют светлую окраску тела, ген **M** – темную, и он эпистатичен к генам **S** и **s**. При взаимодействии двух неаллельных рецессивных генов **m** и **s** проявляется альбинизм.

При скрещивании гомозиготных темных (**MMss**) и светлых (**mmSS**) по окраске рыбок появилось темное потомство  $F_1$ . В дальнейшем при скрещивании  $F_1$  между собой в  $F_2$  появилось 320 особей. Определите генотипы родителей и потомства.

1. Сколько типов гамет дают гибриды  $F_1$ ?
2. Сколько разных генотипов могло быть у гибридов  $F_2$ ?
3. Сколько фенотипов могло быть у гибридов  $F_2$ ?
4. Сколько особей в  $F_2$  имели темную окраску тела?
5. Сколько особей в  $F_2$  были альбиносами?

**Задача 4.** У диких свиней ген **A** определяет окрашенность по волосу, ген **I**, находящийся в 8-й хромосоме, подавляет проявление локуса **A**, и свиньи будут белыми.

При скрещивании белых свиноматок (**aaII**) с окрашенными хряками (**AAii**) родились белые поросята. В дальнейшем при скрещивании гибридов  $F_1$  между собой родилось 560 поросят.

1. Сколько типов гамет могло быть у хряка, отца гибридов  $F_1$ ?
2. Сколько типов гамет могли дать гибриды  $F_1$ ?
3. Сколько родилось белых поросят?
4. Сколько родилось окрашенных поросят?
5. Сколько было в  $F_2$  среди белых поросят гомозиготных по двум генам?

**Задача 5.** У собак имеется локус **D** – ослабитель окраски. Он представлен двумя аллелями: **D** и **d**. Ген **D** не влияет на основной окрас, **d** – ослабляет основную окраску. Под его влиянием вместо черной окраски проявляется голубая, вместо коричневой – кремовая.

При скрещивании самки черной масти (**BBDD**) с кремовым самцом (**bbdd**) от нескольких спариваний родилось 18 щенков. В дальнейшем самок  $F_1$  скрещивали с самцами такого же генотипа. Родилось 48 щенят. Определите генотипы родителей и потомства.

1. Сколько типов гамет могут дать гибриды  $F_1$ ?
2. Сколько могло быть черных щенков в  $F_2$ ?

3. Сколько могло быть коричневых щенков в  $F_2$ ?

4. Сколько могло быть голубых щенков в  $F_2$ ?

5. Сколько могло быть кремовых щенков в  $F_2$ ?

**Задача 6.** У некоторых пород домашних свиней желательной является белая окраска **AABB**. Ген **B** подавляет черную масть **A**. Аллель **b** не проявляет эпистатического действия к гену **A**.

Гомозиготные свиньи белой масти были скрещены с гомозиготными черными хряками (**AAbb**). Гибридов  $F_1$  скрестили между собой. Родилось 720 поросят в  $F_2$ . Определите генотипы родителей и потомства.

1. Сколько типов гамет могут иметь гибриды  $F_1$ ?

2. Сколько поросят в  $F_2$  будут иметь белую масть?

3. Сколько поросят в  $F_2$  будут иметь черную масть?

4. Сколько генотипов было в  $F_2$ ?

5. Сколько поросят были гомозиготными по обоим генам?

**Задача 7.** При скрещивании двух форм льна, имеющих гофрированные (**iiAA**) и нормальные лепестки (**IiAa**), в  $F_1$  все растения имели нормальные лепестки. В  $F_2$  выросло 1440 растений в соотношении 13:3. Оба гена локализованы в разных хромосомах. Определите генотипы родителей и потомства.

1. Сколько типов гамет могут дать гибриды  $F_1$ ?

2. Сколько разных генотипов могло быть в  $F_2$ ?

3. Сколько растений в  $F_2$  могли иметь гофрированные лепестки?

4. Сколько растений с нормальными лепестками венчика в  $F_2$  могли быть гомозиготными по двум рецессивным генам?

5. Сколько гибридов  $F_2$  с нормальными лепестками венчика могли быть дигетерозиготными?

**Задача 8.** У золотых рыбок альбинизм определяется взаимодействием двух неаллельных рецессивных генов **m** и **s**. Ген **M** эпистатичен к генам **S** и **s** и обуславливает темную окраску. Гены **S** и **s** определяют светлую окраску.

При скрещивании темных (**MmSs**) и светлых (**mmSs**) рыбок в потомстве появилось 312 темных, 244 светлых и 76 альбиносов. Определите генотипы родителей и потомства.

1. Сколько типов гамет могли дать темные материнские особи?

2. Сколько типов гамет могли дать светлые отцы?

3. Сколько генотипов могли иметь рыбки темной окраски?

4. Сколько генотипов могли иметь рыбки светлой окраски?

5. Сколько генотипов было у альбиносов?

**Задача 9.** У мышей ген **B** детерминирует формирование серой окраски шерсти, ген **b** – черную окраску шерсти. Однако пигмент образуется только при наличии в генотипе доминантного аллеля **C**, **c** подавляет образование пигмента.

От скрещивания гомозиготных серых мышей с белыми было получено в  $F_1$  28 мышат, а в  $F_2$  – 192 мышонка. Определите генотипы родителей и потомства.

1. Сколько типов гамет образует гибрид  $F_1$ ?
2. Сколько в  $F_1$  было получено серых мышат?
3. Сколько серых мышей получено в  $F_2$ ?
4. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?
5. Каково расщепление по фенотипу в  $F_2$ ?

**Задача 10.** У кур породы *леггорн* окраска оперения наследуется по типу эпистаза. Ген **C** обуславливает развитие окрашенного оперения, ген **c** – белого. Ген **I** подавляет развитие пигмента, ген **i** не оказывает влияния на окраску.

Скрещивали гетерозиготных кур с петухами генотипа **Ccii**. Было получено 960 цыплят. Определите генотипы родителей и потомства.

1. Сколько разных генотипов будет получено при таком скрещивании?
2. Сколько разных фенотипов будут иметь цыплята?
3. Сколько цыплят будут иметь белую окраску?
4. Сколько из них будут гомозиготными по обоим признакам?
5. Сколько цыплят, имеющих черную окраску, дадут нерасщепляющееся потомство при скрещивании с особями, имеющими одинаковый с ними генотип?

**Задача 11.** Наследование масти у лошадей обуславливается взаимодействием двух неаллельных генов по типу эпистаза (см. задачу 2). При скрещивании серого гетерозиготного жеребца с вороной кобылой (**ccVv**) получено 8 жеребят.

1. Сколько типов гамет образует гетерозиготный жеребец?
2. Сколько типов гамет образует вороная кобыла?
3. Сколько среди жеребят будут серыми?
4. Сколько серых жеребят дадут нерасщепляющееся потомство?
5. Сколько среди жеребят будут рыжими?

**Задача 12.** Свиньи бывают чёрной, белой и красной окраски. Белые свиньи несут минимум один доминантный ген **J**. Черные свиньи имеют доминантный ген **E** и рецессивный **j**. Красные поросята лишены доминантного гена-подавителя и доминантного гена **E**, определяюще-

го черную окраску. От скрещивания двух белых дигетерозиготных свиней было получено 160 поросят.

1. Сколько типов гамет может дать дигетерозиготная свинья?
2. Сколько поросят будут иметь белую масть?
3. Сколько поросят будут иметь черную масть?
4. Сколько фенотипов могут иметь поросята?
5. Сколько поросят были дигетерозиготными?

**Задача 13.** При скрещивании чистых линий собак коричневой и белой масти все потомство  $F_1$  имело белую окраску. Среди потомства  $F_2$  было получено 118 белых, 32 чёрных, 10 коричневых щенков (см. задачу 5).

1. Какой тип наследования окраски у собак?
2. Сколько типов гамет образует гибрид  $F_1$ ?
3. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?
4. Каково расщепление по фенотипу в  $F_2$ ?
5. Сколько среди коричневых щенков могли быть гомозиготными?

**Задача 14.** От скрещивания собак ( $AaBb$ ) с самками ( $Aabb$ ) было получено 48 щенков с коричневой, белой и черной окраской (см. задачу 5).

1. Сколько типов гамет образует гетерозиготный самец?
2. Сколько типов гамет образует самка?
3. Сколько разных генотипов имеют щенки?
4. Каково расщепление по фенотипу в потомстве?
5. Сколько щенков будут коричневыми?

**Задача 15.** У пещерных рыб имеются две аутосомные неаллельные мутации, влияющие на окрас тела: **a** – светлый, **b** – коричневый. **B** определяет темную окраску. Ген **a** эпистатичен к генам **b** и **B**, при его действии окраска тела становится светлой. Ген **A** способствует проявлению окраски.

При скрещивании гомозиготных темных (**BBAA**) и светлых (**bbaa**) пещерных рыб все потомки были темные, а в  $F_2$  появились темные, коричневые и светлые потомки. Всего в  $F_2$  было 1680 штук.

1. Сколько типов гамет дают гибриды  $F_1$ ?
2. Сколько разных генотипов могло быть в  $F_2$ ?
3. Сколько пещерных рыб имели темную окраску?
4. Сколько пещерных рыб имели коричневую окраску?
5. Сколько рыб имели светлую окраску?

**Задача 16.** Скрещивали пещерных рыб имеющих светлую окраску (aaBB) с самками, у которых темная окраска (AaBb), было получено 600 потомков (см. задачу 15).

1. Сколько разных генотипов будет получено при таком скрещивании?
2. Сколько разных фенотипов будут иметь мальки?
3. Сколько мальков будут иметь светлую окраску?
4. Сколько мальков будут коричневыми?
5. Сколько среди мальков будут гомозиготными?

**Задача 17.** У собак ген **A** обуславливает черную окраску шерсти, **a** – коричневую, ген **I** подавляет проявление обоих генов и обуславливает белую окраску шерсти, ген **i** на проявление окраски влияния не оказывает.

При скрещивании животных  $F_1$ , имеющих генотип AaIi, с белыми животными, имеющими генотип aaii, было получено 24 щенка.

1. Сколько разных генотипов будет получено при таком скрещивании?
2. Сколько разных фенотипов будут иметь щенки?
3. Сколько щенят будут иметь белую окраску?
4. Сколько из них будут гомозиготными по обоим признакам?
5. Сколько щенят будут иметь коричневую окраску?

**Задача 18.** У золотых рыбок альбинизм определяется взаимодействием двух неаллельных рецессивных генов **m** и **s**. Ген **M** эпистатичен к генам **S** и **s** и обуславливает темную окраску. Гены **S** и **s** определяют светлую окраску.

При скрещивании темных гетерозиготных рыбок (**MmSs**) между собой было получено в потомстве 1280 рыбок. Определите генотипы родителей и потомства.

1. Сколько типов гамет могли дать гетерозиготные рыбки?
2. Сколько генотипов могли иметь мальки?
3. Сколько мальков будут иметь темную окраску?
4. Сколько мальков будут иметь светлую окраску?
5. Сколько альков будут среди светлых мальков будут гомозиготными?

### 3.3. Полимерное взаимодействие генов

#### Задачи

**Задача 1.** Уши кроликов породы *баран* 20 см длины, у других пород 8 см. Предположим, что различия в длине ушей зависят от двух пар генов с однозначным действием. Генотип кроликов породы *баран* –  $L_1L_1L_2L_2$ , обычных кроликов –  $l_1l_1l_2l_2$ .

От скрещивания кроликов, имеющих длину ушей 20см, с крольчихами, у которых длина ушей 8 см, было получено 15 крольчат  $F_1$  и 96 крольчат в  $F_2$ .

1. Какую длину ушей могли иметь кролики  $F_1$ ?
2. Сколько разных фенотипов может быть в  $F_2$ ?
3. Какую длину ушей могут иметь кролики, в генотипе которых содержится один доминантный ген?
4. Сколько таких растений может быть в  $F_2$ ?
5. Какую длину початка могут иметь растения с одним рецессивным геном?

**Задача 2.** Среди овец встречаются длиннохвостые (24 позвонка) и короткохвостые (12 позвонков). Допустим, различия в длине хвоста зависят от двух пар генов с однозначным действием. Генотип длиннохвостых овец –  $B_1B_1B_2B_2$ , короткохвостых –  $b_1b_1b_2b_2$ . Спаривали гомозиготных длиннохвостых овец с гомозиготными короткохвостыми. В  $F_1$  получено 32 ягненка, а в  $F_2$  – 96 ягнят.

1. Определить дозу гена  $B$  у длиннохвостых овец.
2. Определить дозу гена  $b$  у короткохвостых овец.
3. Определить число позвонков у ягнят в  $F_1$ .
4. Сколько ягнят  $F_2$  будут короткохвостыми?
5. Сколько позвонков будет у гибрида  $F_2$  при генотипе  $B_1b_1b_2b_2$ ?

**Задача 3.** Золотая рыбка является домашней разновидностью себребристого карася. У личинок черный пигмент развивается нормально. В возрасте 2–3 месяцев происходит депигментация и мальки приобретают золотистую окраску. Процесс депигментации контролируется двумя доминантными неаллельными генами, локализованными в разных хромосомах, –  $D_1$  и  $D_2$ . Рecessивные гены  $d_1$  и  $d_2$  определяют черную окраску, их называют «черными маврами». Наличие в генотипе рыбок любого из генов  $D$  определяет золотую окраску.

При скрещивании золотой рыбки ( $D_1D_1D_2D_2$ ) с «черным мавром» ( $d_1d_1d_2d_2$ ) все потомство золотое. При скрещивании  $F_1$  между собой в  $F_2$  вывелось 240 золотых и 15 пигментированных рыбок.

1. Сколько типов гамет дают гибриды  $F_1$ ?
2. Сколько разных генотипов могло быть в  $F_2$ ?
3. Сколько разных фенотипов могло быть в  $F_2$ ?
4. Сколько в  $F_2$  могло быть гомозиготных генотипов по двум рецессивным генам?
5. Сколько в  $F_2$  было рыбок с золотой окраской, имеющих доминантные гены в гомозиготном состоянии?

**Задача 4.** У кукурузы длина початка обусловлена двумя парами кумулятивных генов. Предположим, что доминантный ген обуславливает 5 см, а рецессивный ген – 2 см длины початка.

Скрещивали две гомозиготные линии кукурузы, из которых одна имела длину початка 8 см, а другая – 20 см. В  $F_1$  получили 160 растений, которые от самоопыления дали 960 гибридов  $F_2$ .

1. Какую длину початка могли иметь растения  $F_1$ ?
2. Сколько разных фенотипов может быть в  $F_2$ ?
3. Какую длину початка могут иметь растения, в генотипе которых содержится три доминантных гена?
4. Сколько таких растений может быть в  $F_2$ ?
5. Какую длину початка могут иметь растения с одним доминантным геном?

**Задача 5.** По типу кумулятивной полимерии наследуется цвет кожи человека. Цвет кожи тем темнее, чем больше доминантных генов в генотипе. Если в генотипе  $4A$  – черная окраска,  $3A + 1a$  – темная,  $2A + 2a$  – смуглая,  $1A + 3a$  – светлая,  $4a$  – белая.

Два мулата ( $A_1a_1A_2a_2$ ) вступают в брак. У них родилось несколько детей.

1. Сколько типов гамет может дать мулат?
2. Может ли от этого брака появиться белый ребенок? Указать его генотип.
3. Может ли от этого брака появиться негр? Указать его генотип.
4. Ребенок какого генотипа будет очень близок по цвету кожи к белому?
5. Какая вероятность появления в этой семье смуглых детей?

**Задача 6.** В природных популяциях рыбки молли имеют однотипную серую окраску и лишены черных пятен. Аквариумные рыбки

имеют черный рисунок, который определяется генами **N** и **M** с аддитивным действием. Увеличение числа этих генов усиливает черную пигментацию, которая обязана большому количеству свободных аминокислот в тканях.

Скрещивали дигетерозиготных самок и самцов **NnMm** между собой. Родилось 176 потомков.

1. Сколько типов гамет дают гибриды  $F_1$ ?
2. Сколько разных генотипов могли иметь мальки?
3. Сколько разных фенотипов могло быть в потомстве?
4. Сколько в потомстве могло быть гомозиготных мальков по двум рецессивным генам?
5. Сколько среди мальков с черным рисунком будут иметь все доминантные гены?

**Задача 7.** У растений пастушьей сумки встречаются две формы стручка: треугольная и округлая. При скрещивании растений с гомозиготной треугольной формой стручка с растением, имеющим округлую форму, гибриды  $F_1$  имеют треугольную форму. В  $F_2$  расщепление 15 : 1. При этом наследовании доза доминантного гена не влияет на проявление треугольной формы стручка. Такой тип взаимодействия В. Шелл назвал некумулятивной полимерией.

При скрещивании растений  $A_1A_1A_2A_2$ , имеющих треугольную форму стручка, с растением с округлой формой плода ( $a_1a_1a_2a_2$ ) выросло 80 гибридов  $F_1$  и 192 растения  $F_2$ .

1. Какая форма стручка будет у растений  $F_1$ ?
2. Сколько типов гамет может дать растение  $F_1$ ?
3. Какая форма стручка будет в  $F_2$  у гомозиготного растения по двум рецессивным генам?
4. Сколько растений в  $F_2$  будут иметь округлую форму стручка?
5. Укажите генотипы растений, от скрещивания которых у потомков будет расщепление: три треугольных и один округлый тип стручка.

**Задача 8.** У кур живой вес наследуется по типу полимерии и определяется двумя парами неаллельных генов. Наличие в генотипе всех доминантных генов, обуславливает вес 2000 г, а всех рецессивных 1200 г. Скрещивали два гомозиготных кросса кур, один из которых имел вес 2000г, а другой – 1200 г. В  $F_1$  получили 50 цыплят, в  $F_2$  – 3200 цыплят.

1. Какой вес могут иметь гибриды  $F_2$ ?
2. Сколько разных фенотипов будут иметь цыплята?

3. Сколько цыплят будут иметь вес такой же, как и гетерозиготный петух?

4. Сколько цыплят могут иметь максимальный вес?

5. Какой вес могут иметь гибриды  $F_2$ , в генотипе которых 3 доминантных гена?

**Задача 9.** Удой коровы зависит от количества полимерных генов в ее генотипе. Селекционеры скрестили две породы с генотипом  $A_1A_1a_2a_2$  и  $a_1a_1A_2A_2$ . В первом поколении было получено 4 теленка, а в  $F_2$  – 16 телят. Определите генотипы и фенотипы родителей и потомства.

1. Сколько телят в  $F_1$  будут иметь удои выше родителей?

2. Сколько типов гамет образует гибрид  $F_1$ ?

3. Сколько телят  $F_2$  будут иметь такой же удои, как и их родители?

4. Какой генотип имеют особи  $F_2$  с самым высоким удои и самым низким?

5. Сколько разных генотипов будут иметь телята  $F_2$ ?

**Задача 10.** Рост человека определяется взаимодействием нескольких пар неаллельных генов по типу кумулятивной полимерии. Индивидуумы с генотипом  $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$  имеют самый низкий рост – 150 см, с генотипом  $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$  – самый высокий – 180 см. Каждый доминантный ген добавляет к росту 5 см. Племя людей низкого роста поработало племенем, состоящим только из высоких людей. Победители убивают мужчин и женятся на женщинах поработанного племени.

1. Какой рост будут иметь дети?

2. Женщина среднего роста вышла замуж за высокорослого мужчину. У них было 8 детей. Сколько фенотипов у детей?

3. Сколько генотипов будут иметь дети?

4. Сколько детей будут высокорослыми?

5. Сколько доминантных генов детей с ростом 165 см.

**Задача 11.** У рыб живой вес наследуется по типу полимерии и определяется двумя парами неаллельных генов, которые в гомозиготном доминантном состоянии определяют максимальный, а в гомозиготном рецессивном состоянии – минимальный вес.

От скрещивания гетерозиготных карпов между собой получено 4800 мальков.

1. Сколько разных генотипов могут иметь мальки?

2. Сколько разных фенотипов могут иметь мальки?

3. Сколько цыплят могут иметь максимальный вес?

4. Сколько цыплят по весу будут такими же как их родители?

5. Сколько цыплят могут иметь минимальный вес?

**Задача 12.** У подсолнечника устойчивость к ржавчине определяется неаллельными генами  $R_1$  и  $R_2$ . Она доминирует над восприимчивостью к ржавчине ( $r_1$  и  $r_2$ ).

Скрещивали устойчивый к ржавчине сорт ( $R_1R_1R_2R_2$ ) с сортом, восприимчивым к заболеванию ( $r_1r_1r_2r_2$ ). Были получены гибриды  $F_1$ , устойчивые к болезни, которые в дальнейшем скрестили между собой. Получили 236 потомков.

1. Сколько типов гамет может дать растение  $F_1$ ?

2. Сколько генотипов может быть в  $F_2$ ?

3. Сколько фенотипов может быть в  $F_2$ ?

4. Сколько растений будут обладать восприимчивостью к ржавчине?

5. Сколько растений в  $F_2$  будут иметь все гены устойчивости к болезни?

**Задача 13.** У человека различия в цвете кожи обусловлены в основном двумя парами неаллельных генов  $B$  и  $C$ . Люди с генотипом  $BBCC$  имеют черную кожу, с генотипом  $bbcc$  – белую кожу. Различные сочетания доминантных генов  $B$  и  $C$  обеспечивают пигментацию кожи разной интенсивности. Любые три доминантных аллеля детерминируют темную кожу, любые два – смуглую, один – светлую.

1. От брака смуглого мужчины и белой женщины родились дети, из которых по 1/4 потомства было смуглых и белых, а 1/2 – светлокожих. Определите генотипы родителей и потомков.

2. Два смуглых родителя имеют ребенка с черной и ребенка с белой кожей. Можно ли установить генотипы родителей?

3. Могут ли быть светлокожие дети у родителей негров? Можно ли ожидать у белых родителей рождения детей с более темной кожей?

**Задача 14.** Рост человека контролируется тремя парами несцепленных генов, которые взаимодействуют по типу полимерии. Самые низкорослые люди имеют все рецессивные аллели и рост 150 см, самые высокие – все доминантные аллели и рост 180 см. Каждый доминантный ген добавляет к росту 5 см

1. Определите рост людей, гетерозиготных по всем трем генам.

2. Низкорослая женщина вышла замуж за мужчину среднего роста. У них было четверо детей. Сколько фенотипов у детей?

3. Сколько детей будут иметь рост 150 см?

4. *Какой рост у детей, у которых равное количество доминантных и рецессивных генов?*

5. *Сколько генотипов у детей?*

**Задача 15.** У кур живой вес наследуется по типу полимерии и определяется двумя парами неаллельных генов, которые в гомозиготном доминантном состоянии определяют максимальный, а в гомозиготном рецессивном состоянии – минимальный вес.

От скрещивания гетерозиготных кур между собой получено 640 цыплят.

1. *Сколько разных типов гамет может образовать петух?*

2. *Сколько разных фенотипов будут иметь цыплята?*

3. *Сколько цыплят будут иметь вес такой же, как и гетерозиготный петух?*

4. *Сколько цыплят будут более тяжелыми, чем их родители?*

5. *Сколько цыплят будут более легкими, чем их родители?*

## 4. ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

### 4.1. Сцепленное наследование (полное)

#### Задачи

**Задача 1.** У кур гены, определяющие характер окраски перьев, локализованы в одной аутосоме и наследуются сцепленно.

Курица имеет серебристую (S) полосатую (B), а петух – золотистую (s) неполосатую (b) окраску оперения.

От скрещивания гомозиготной серебристо-полосатой курицы с золотисто-неполосатым петухом было получено в  $F_1$  20 цыплят, от скрещивания их между собой в  $F_2$  было получено 120 потомка.

1. *Сколько типов гамет может образовать гомозиготная курица?*

2. *Сколько типов гамет может образовать петух  $F_1$ ?*

3. *Сколько цыплят  $F_1$  будут иметь серебристо-полосатую окраску?*

4. *Сколько цыплят  $F_2$  имели золотисто-неполосатую окраску оперения?*

5. *Сколько разных генотипов имеют цыплята  $F_2$ ?*

**Задача 2.** У кур гены, определяющие характер окраски перьев, локализованы в одной аутосоме и наследуются сцепленно.

Петух имеет серебристую (S) неполосатую (в), а куры золотистую (s) и полосатую (B) окраску оперения.

От скрещивания гомозиготного петуха с гомозиготной курочкой получили 14 цыплят.

1. Сколько типов разных гамет может образовать петух?
2. Сколько цыплят  $F_1$  имели серебристо-полосатую окраску?
3. Сколько разных типов гамет может образовать петух  $F_1$ ?
4. Петухи  $F_1$  были скрещены с золотистыми неполосатыми курами и было получено 40 цыплят. Сколько цыплят имели серебристо-неполосатую окраску?

5. Сколько цыплят имели серебристо-полосатую окраску?

**Задача 3.** У кур гены длины ног и формы гребня локализованы в одной аутосоме и наследуются сцепленно.

Скрещивали гомозиготных кур, имеющих доминантные признаки: короткие ноги (Д) и розовидную форму гребня (R), с петухом, у которого длинные ноги (d) и листовидный гребень (r), было получено в  $F_1$  18 цыплят.

От скрещивания курицы  $F_1$  с петухом, имеющим длинные ноги и листовидный гребень, в  $F_2$  было получено 32 цыпленка

1. Сколько цыплят  $F_1$  имели короткие ноги и розовидный гребень?
2. Сколько типов гамет мог образовать петух?
3. Сколько цыплят  $F_2$  имели короткие ноги и розовидный гребень?
4. Сколько разных генотипов образуется при таком скрещивании?
5. Сколько цыплят  $F_2$  имели длинные ноги и листовидную форму гребня?

**Задача 4.** У мышей длина и извитость шерсти локализованы в одной аутосоме и наследуются сцепленно.

Скрещивали две линии мышей: мыши одной линии имели рецессивный ген извитой шерсти (a) и доминантный ген нормальной длины (B) в гомозиготном состоянии.

У мышей другой гомозиготной линии шерсть была прямая и длинная. Гибридов  $F_1$  было получено 40, от скрещивания их между собой в  $F_2$  было получено 144 потомка.

1. Сколько мышей  $F_1$  имели прямую шерсть нормальной длины?
2. Сколько мышей в  $F_2$  были гетерозиготными?
3. Сколько разных генотипов имели гибриды  $F_2$ ?
4. Сколько мышей  $F_2$  имели прямую шерсть нормальной длины?
5. Сколько мышей  $F_2$  имели извитую шерсть короткой длины?

**Задача 5.** У кроликов гены длины и окраски шерсти и окраски жира локализованы в одной хромосоме. Черная окраска шерсти (В) доминантна по отношению к коричневой (в), шерсть нормальной длины (L) доминантна по отношению к короткой (l), а белая окраска жира (У) доминантна по отношению к желтой (у).

Скрещивали две породы кроликов: у одной – черная шерсть нормальной длины и белый жир, у другой – коричневая короткая шерсть и желтый жир.

Было получено 12 животных  $F_1$ . От скрещивания животных  $F_1$  между собой было получено 24 животных  $F_2$ .

1. Сколько разных типов гамет может образовать крольчиха  $F_1$ .
2. Сколько животных  $F_1$  были гетерозиготными?
3. Сколько животных  $F_2$  были гетерозиготными по всем трем генам?
4. Сколько фенотипов могло быть в  $F_2$ ?
5. Сколько животных  $F_2$  имели черную шерсть нормальной длины и белый жир?

**Задача 6.** У кроликов гены длины, окраски шерсти и окраски жира локализованы в одной хромосоме. Черная окраска шерсти (В) доминантна по отношению к коричневой (в), шерсть нормальной длины (L) доминантна по отношению к короткой (l), а белая окраска жира (У) доминантна по отношению к желтой (у).

Скрещивали чистопородных кроликов двух пород: у одной – черная длинная шерсть и белый жир, у другой – коричневая нормальной длины шерсть и желтый жир. Крольчих  $F_1$  скрещивали с самцами, имеющими рецессивные признаки. Всего в  $F_2$  было получено 26 крольчат.

1. Сколько разных типов гамет может образовать крольчиха  $F_1$ ?
2. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?
3. Сколько разных фенотипов было в  $F_2$ ?
4. Сколько кроликов в  $F_2$  имели черную длинную шерсть и белый жир?
5. Сколько всего животных в  $F_2$  имели коричневую нормальную шерсть и желтый жир?

**Задача 7.** У дрозофилы гены а и В, определяющие наличие вырезки на крыльях и наличие поперечной жилки, локализованы в одной хромосоме. Ген А (нормальные крылья) доминантен по отношению к гену а (вырезки на крыльях), а ген В (поперечная жилка на крыле) доминантен по отношению к гену в (жилка отсутствует).

Скрещивали гомозиготных мух, имеющих нормальные крылья без поперечной жилки, с мухами, имеющими вырезные крылья и поперечную жилку. В  $F_1$  было получено 120 мух, которые спаривались между собой, и в  $F_2$  было получено 444 мухи.

1. Сколько мух  $F_1$  имели оба гена в доминантном состоянии?
2. Сколько мух  $F_1$  были гетерозиготными?
3. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?
4. Сколько мух  $F_2$  имели оба доминантных признака?
5. Сколько мух  $F_2$  имели вырезные крылья с поперечной жилкой?

**Задача 8.** У дрозофилы гены  $st$  и  $sv^+$ , определяющие наличие вырезки на крыльях и наличие поперечной жилки на крыле, локализованы в одной хромосоме. Ген  $st^+$  (нормальные крылья) доминантен по отношению к гену  $st$  (вырезки на крыльях), а ген  $sv^+$  (поперечная жилка на крыле) доминантен по отношению к гену  $sv$  (жилка отсутствует).

Скрещивали гомозиготных мух, имеющих вырезные крылья и поперечную жилку на крыле, с мухами, имеющими нормальные крылья без поперечной жилки. В  $F_1$  было получено 72 мухи, которых скрещивали с мухами, у которых оба признака были в доминантном состоянии. В  $F_2$  было получено 220 мух.

1. Сколько мух  $F_1$  имели оба признака в доминантном состоянии?
2. Сколько генотипов имели мухи  $F_2$ ?
3. Сколько разных фенотипов имели мухи  $F_2$ ?
4. Сколько мух в  $F_2$  имели нормальные крылья?
5. Сколько мух в  $F_2$  были гетерозиготными?

**Задача 9.** У дрозофилы гены  $v^+$  и  $lc^+$ , определяющие красную окраску глаз и нормальные глазные фасетки, локализованы в одной хромосоме. Ген  $v^+$  (красная окраска глаз) является доминантным по отношению к гену  $v$  (киноварная окраска глаз), а ген  $lc^+$  (нормальные глазные фасетки) доминантен по отношению к гену  $lc$  (крупные и грубые глазные фасетки).

Скрещивали гомозиготных мух, имеющих красные глаза, крупные грубые глазные фасетки, с мухами, имеющими киноварные глаза и нормальные фасетки. Было получено 80 мух, от скрещивания которых между собой получено в  $F_2$  160 мух.

1. Сколько мух  $F_1$  были гетерозиготными?
2. Сколько разных генотипов будет в  $F_2$ ?
3. Какое расщепление по генотипу в  $F_2$ ?
4. Сколько мух в  $F_2$  будут иметь оба признака в доминантном состоянии?

5. Сколько мух в  $F_2$  будут гомозиготными?

**Задача 10.** У кроликов гены окраски шерсти и ее длины локализованы в одной хромосоме, при этом «английский» тип окраски (белая пятнистость) доминирует над обычной сплошной окраской, а короткая шерсть – над длинной (ангорской).

Было произведено скрещивание линии «английских» короткошерстных кроликов с обычными длинношерстными. В  $F_1$  было получено 6 кроликов, которые спаривали между собой и дали 36 потомков.

1. Сколько кроликов  $F_1$  имели короткую шерсть и «английскую» окраску?

2. Сколько разных генотипов может быть в  $F_2$ ?

3. Какое расщепление по фенотипу может быть в  $F_2$ ?

4. Сколько кроликов  $F_2$  будут иметь короткую шерсть и «английскую» окраску?

5. Сколько кроликов  $F_2$  будут иметь сплошную окраску и ангорскую шерсть?

**Задача 11.** У кроликов гены характера окраски шерсти и ее длины локализованы в одной хромосоме, при этом «английский» тип окраски (белая пятнистость) доминирует над обычной сплошной, а короткая шерсть – над длинной (ангорской).

Было проведено скрещивание «английских» короткошерстных кроликов с кроликами, имеющими сплошную окраску и длинную шерсть. Всего было получено восемь кроликов  $F_1$ , которые скрещивались с родительской особью с обоими рецессивными признаками. Было получено 22 крольчонка  $F_2$ .

1. Сколько кроликов  $F_1$  были гетерозиготными?

2. Сколько крольчат  $F_2$  были гомозиготными?

3. Сколько разных фенотипов было в  $F_2$ ?

4. Сколько крольчат  $F_2$  были чистопородными?

5. Сколько крольчат  $F_2$  были короткошерстными «английской» окраски?

**Задача 12.** У кроликов ген «английской пегости» (доминантный) и бесшерстности (рецессивный) локализованы в одной хромосоме.

Спаривали кроликов, имеющих шерсть и «английскую пегость», с бесшерстными со сплошной пигментацией. В  $F_1$  было получено четыре крольчонка, от спаривания их между собой было получено в  $F_2$  12 крольчат.

1. Сколько разных типов гамет образуют кролики  $F_1$ ?

2. Сколько кроликов  $F_2$  имели шерсть и «английскую пегость»?

3. Сколько кроликов  $F_2$  были бесшерстными?
4. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?
5. Сколько кроликов  $F_2$  имели оба признака в доминантном состоянии?

**Задача 13.** У кур ген Р, отвечающий за гороховидный гребень, локализован в 1-й хромосоме, ген р – простой гребень. В этой же хромосоме расположен ген О, определяющий голубой окрас скорлупы, белая скорлупа – о. Гетерозиготные по гороховидному гребню курочки, несущие яйца с белой скорлупой, были спарены с гетерозиготным по гороховидному гребню петухом, в родословной которого курочки несли яйца только с голубой скорлупой. Вылупилось 128 цыплят.

1. Сколько генотипов могло быть у цыплят?
2. Сколько фенотипов было у цыплят?
3. Сколько цыплят в своем генотипе имели ген голубой окраски?
4. Сколько цыплят имели простой генотип?
5. Сколько цыплят имели гороховидный гребень?

**Задача 14.** У кур ген Ср (коротконогость) тесно сцеплен с геном розовидного гребня R. В гомозиготном состоянии ген Ср проявляет летальное действие. Розовидный гребень доминирует над простым (листовидным). Гетерозиготные по обоим генам кур и петухов скрещивали между собой. Вылупилось 360 цыплят.

1. Сколько генотипов могли иметь цыплята?
2. Какое расщепление по фенотипу в потомстве?
3. Сколько цыплят имели розовидный гребень и были коротконогими?
4. Сколько цыплят имели простой гребень и нормальные ноги?
5. Сколько групп сцепления может быть у кур?

**Задача 15.** У гороха стелющаяся форма стебля (Р) доминирует над прямостоячей (р), опушенность растения (N) – над отсутствием опушения (n), пурпурная окраска цветков (А) – над белой. Все три гена локализованы в одной хромосоме.

Скрещивали гомозиготное опушенное со стелящимся стеблем и белыми цветами растение с гомозиготным неопушенным растением, имеющим прямостоячий стебель и красные цветки. В  $F_1$  получили 960 растений. От самоопыления гибридов  $F_1$  получили в  $F_2$  1600 растений.

1. Сколько разных типов гамет может образовать растение  $F_1$ ?
2. Сколько разных генотипов может быть в  $F_2$ ?
3. Сколько разных фенотипов может быть в  $F_2$ ?

4. Сколько растений  $F_2$  могли быть опушенными со стелящимися стеблями и белыми цветами?

5. Сколько групп сцепления может быть у гороха?

**Задача 16.** У душистого гороха ген Р определяет пурпурную окраску цветка, ген р – белый. Удлиненная пыльца (L) доминирует над округлой. Гены Р и L локализованы в одной хромосоме и тесно сцеплены. От скрещивания душистого горошка, имеющего пурпурный цвет и удлиненную пыльцу, с растением с белыми цветами и круглой пылью появились потомство в  $F_1$ , имеющее пурпурные цветы и удлиненную пыльцу. Далее было проведено анализирующее скрещивание  $F_1$  с двойным рецессивом. Получено 120 растений.

1. Укажите генотип гибрида  $F_1$ .

2. Сколько типов гамет может дать гибрид  $F_1$ ?

3. Сколько в  $F_2$  может быть разных генотипов?

4. Сколько в  $F_2$  может быть разных фенотипов?

5. Сколько в  $F_2$  может быть растений с пурпурной окраской цветка и удлиненной пылью?

**Задача 17.** У мышей длина и извитость шерсти локализованы в одной аутосоме и наследуются сцепленно. Скрещивали две линии мышей: мыши одной линии имели рецессивный ген извитой шерсти (а) и доминантный ген нормальной длины (В) в гомозиготном состоянии. У мышей другой гомозиготной линии шерсть была прямая и длинная. Гибридов  $F_1$  было получено 40, от скрещивания их между собой в  $F_2$  было получено 400 потомков.

1. Сколько мышей  $F_1$  имели прямую шерсть нормальной длины?

2. Какое расщепление по фенотипу в потомстве  $F_2$ ?

3. Сколько мышат  $F_2$  могли быть гетерозиготными?

4. Сколько мышей  $F_2$  имели прямую шерсть нормальной длины?

5. Сколько мышей  $F_2$  имели извитую шерсть нормальной длины?

**Задача 18.** У кроликов гены длины, окраски шерсти и окраски жира локализованы в одной хромосоме. Черная окраска шерсти (В) доминантна по отношению к коричневой (в), шерсть нормальной длины (L) доминантна по отношению к короткой (l), а белая окраска жира (У) доминантна по отношению к желтой (у). Скрещивали две породы кроликов: у одной – черная шерсть нормальной длины и белый жир, у другой – коричневая короткая шерсть и желтый жир. Было получено 10 животных  $F_1$ . От скрещивания животных  $F_1$  между собой было получено 8 животных  $F_2$ .

1. Сколько разных типов гамет может образовать крольчиха  $F_1$ .

2. Сколько животных  $F_1$  были гетерозиготными?
3. Сколько животных  $F_2$  были гомозиготными по всем трем генам?
4. Сколько фенотипов могло быть в  $F_2$ ?
5. Сколько животных  $F_2$  имели черную шерсть нормальной длины и белый жир?

**Задача 19.** У кроликов гены длины, окраски шерсти и окраски жира локализованы в одной хромосоме. Черная окраска шерсти (В) доминантна по отношению к коричневой (в), шерсть нормальной длины (L) доминантна по отношению к короткой (l), а белая окраска жира (У) доминантна по отношению к желтой (у). Скрещивали чистопородных кроликов двух пород: у одной – черная длинная шерсть и белый жир, у другой – коричневая нормальной длины шерсть и желтый жир. Крольчих  $F_1$  скрещивали с самцами такого же генотипа. Всего в  $F_2$  было получено 96 крольчат.

1. Сколько разных типов гамет может образовать крольчиха  $F_1$ ?
2. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?
3. Какое расщепление по фенотипу было в  $F_2$ ?
4. Сколько кроликов в  $F_2$  имели черную длинную шерсть и белый жир?
5. Сколько всего животных в  $F_2$  имели коричневую нормальную шерсть и желтый жир?

**Задача 20.** У дрозофилы гены а и В, определяющие наличие вырезки на крыльях и наличие поперечной жилки, локализованы в одной хромосоме. Ген А (нормальные крылья) доминантен по отношению к гену а (вырезки на крыльях), а ген В (поперечная жилка на крыле) доминантен по отношению к гену в (жилка отсутствует). Скрещивали гомозиготных мух, имеющих нормальные крылья без поперечных жилок с мухами, имеющими вырезные крылья и поперечную жилку. В  $F_1$  было получено 26 мух, которые спаривались между собой, и в  $F_2$  было получено 360 мух.

1. Сколько мух в  $F_1$  имели оба гена в доминантном состоянии?
2. Сколько мух  $F_1$  были гетерозиготными?
3. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?
4. Сколько мух  $F_2$  имели оба рецессивных признака?
5. Сколько мух  $F_2$  имели вырезные крылья с поперечной жилкой?

**Задача 21.** У дрозофилы во 2-й хромосоме локализован ген с (расставленные крылья), рецессивный по отношению к гену С (нормальные крылья). В этой же хромосоме локализован летальный ген (l), ре-

рецессивный по отношению к гену L (нормальная жизнеспособность). Если рецессивный ген находится в гомозиготном состоянии, то мухи гибнут. Гетерозиготные по обоим генам мухи  $F_1$  были спарены между собой и дали 96 живых потомков  $F_2$ .

1. Сколько типов гамет может образовать гетерозиготная по обоим генам муха?

2. Сколько мух при таком спаривании погибло?

3. Сколько мух из 96 будут гетерозиготными?

4. Сколько мух будет иметь нормальные крылья?

5. Сколько разных генотипов может образоваться при таком скрещивании?

**Задача 22.** У кроликов ген «английской пегости» (доминантный) и ген бесшерстности (рецессивный) локализованы в одной хромосоме. Спаривали кроликов, имеющих шерсть и «английскую пегость», с бесшерстными со сплошной пигментацией. В  $F_1$  было получено 10 кроликов, от спаривания их между собой было получено в  $F_2$  48 крольчат.

1. Сколько разных типов гамет образуют кролики  $F_1$ ?

2. Сколько кроликов  $F_2$  имело шерсть и «английскую пегость»?

3. Сколько кроликов  $F_2$  было бесшерстными?

4. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?

5. Сколько кроликов  $F_2$  имели оба признака в рецессивном состоянии?

## 4.2. Сцепленное наследование (неполное)

**Задача 1.** У кроликов «английский» тип окраски (белая пятнистость) доминирует над обычной, а короткая (нормальная) шерсть – над длинной (ангорской).

Было произведено скрещивание английских короткошерстных кроликов со сплошными ангорскими. В  $F_1$  было получено 24 кролика. От возвратного скрещивания кроликов  $F_1$  со сплошными ангорскими было получено 468 некроссоверных особей, 64 – кроссоверных.

1. Сколько кроликов  $F_1$  были короткошерстными английскими?

2. Сколько кроликов  $F_6$  были короткошерстными английскими?

3. Сколько кроликов  $F_6$  были длинношерстными английскими?

4. Сколько разных генотипов было в  $F_6$ ?

5. Какое расстояние в процентах кроссинговера между генами окраски и длины шерсти?

**Задача 2.** У кроликов «английский» тип окраски (белая пятнистая) доминирует над обычной сплошной окраской, а короткая (нормальная) шерсть над длинной (ангорской). Было произведено скрещивание английских короткошерстных кроликов со сплошными ангорскими и  $F_1$  возвратно скрещено с линией-анализатором.

По материалам Кэстла были получены следующие результаты:

|                            |      |
|----------------------------|------|
| английских короткошерстных | 380, |
| сплошных ангорских         | 380, |
| английских ангорских       | 59,  |
| сплошных короткошерстных   | 66.  |

1. Какой процент некроссоверных кроликов был получен в этом опыте?

2. Сколько разных генотипов было получено при скрещивании?

3. Какой процент английских ангорских кроликов был получен в данном опыте?

4. Какой процент кроликов имел сплошную окраску и короткую шерсть?

5. Какое расстояние в процентах кроссинговера между этими генами?

**Задача 3.** Гены А и С у карпа наследуются сцепленно, расстояние между ними в единицах кроссинговера равно 10 %. Была скрещена гомозиготная линия с генотипом АА СС с линией, имеющей генотип аасс. В  $F_2$  было получено 50 потомков.

1. Сколько потомков  $F_2$  имели оба признака в доминантном состоянии?

2. Сколько потомков  $F_2$  имели оба признака в рецессивном состоянии?

3. Сколько мальков  $F_2$  имели генотип Аа сс?

4. Сколько мальков  $F_2$  имели генотип аа сс?

5. Сколько всего было кроссоверных особей в  $F_2$ ?

**Задача 4.** Особь, гомозиготная по генам С и Д, скрещена с гомозиготной особью сс dd,  $F_1$  скрещено с линией-анализатором. В  $F_2$  было получено следующее количество потомков:

|           |            |
|-----------|------------|
| 903 Сс Dd | 98 Сс dd   |
| 898 сс dd | 102 сс Dd. |

1. Какой процент особей  $F_a$  имеет оба признака в доминантном состоянии?

2. Какой процент некрссоверных особей будет в  $F_a$ ?

3. Какой процент кроссоверных особей будет по гену С?

4. Какой процент кроссоверных особей будет по гену Д?

5. Какое расстояние в единицах кроссинговера между генами С и Д?

**Задача 5.** Скрещивали особь с генотипом КК LL с особью, у которой оба признака были в рецессивном состоянии. Оба эти гена наследуются сцепленно и расстояние между ними в единицах кроссинговера равно 10 %.

При скрещивании  $F_1$  с линией-анализатором в  $F_v$  было получено 480 потомков.

1. Сколько потомков  $F_v$  будут иметь оба признака в доминантном состоянии?

2. Сколько потомков  $F_v$  будут иметь оба признака в рецессивном состоянии?

3. Сколько потомков  $F_v$  будут иметь генотип КК ll?

4. Сколько потомков  $F_v$  будут иметь генотип кк LL?

5. Сколько всего будет кроссоверных особей?

**Задача 6.** У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены, обуславливающие длину крыльев и ног. Доминантный ген  $A^+$  обуславливает развитие нормальных крыльев, ген а – коротких, доминантный ген Д – нормальную длину ног, d – коротконогость.

От скрещивания мух с нормальными ногами и короткими крыльями с мухами, имеющими короткие ноги и нормальные крылья, было получено 48 мух  $F_1$ . От скрещивания  $F_1$  с мухами, имеющими оба признака в рецессивном состоянии, было получено 300 мух  $F_v$ , из них 30 – с обоими доминантными признаками.

1. Сколько мух  $F_v$  имели оба признака в рецессивном состоянии?

2. Сколько мух  $F_v$  имели нормальные ноги и короткие крылья?

3. Какой процент мух  $F_v$  имел нормальные ноги и нормальные крылья?

4. Какой процент мух имел оба признака в рецессивном состоянии?

5. Определите расстояние между генами а и d в единицах кроссинговера.

**Задача 7.** У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены формы крыла и наличия пятна у основания крыла.

Ген  $A^+$  – прямые крылья, рецессивный ген  $a$  – аркообразные крылья, ген  $B$  – отсутствие пятна, рецессивный ген  $b$  – наличие пятна у основания крыла.

При скрещивании мух с аркообразными крыльями без пятна у основания с мухами, имеющими прямые крылья и пятно у основания крыла, было получено 24 мухи  $F_1$ . От скрещивания мух  $F_1$  с мухами, имеющими оба признака в рецессивном состоянии, было получено 1000 мух, из них 80 – с обоими признаками в рецессивном состоянии.

1. Сколько мух  $F_2$  имели оба признака в доминантном состоянии?
2. Какой процент мух был с обоими рецессивными признаками?
3. Какой процент мух был с особыми доминантными признаками?
4. Какое число мух имели те же признаки, что и исходные родительские особи?

5. Какое расстояние между генами  $a$  и  $b$  в единицах кроссинговера?

**Задача 8.** У дрозофилы во 2-й паре гомологичных хромосом локализованы гены  $al$  и  $dp$  ( $al$  – короткие аристы,  $al^+$  – нормальные аристы,  $dp$  – короткие крылья,  $dp^+$  – нормальные крылья). Расстояние между генами  $al$  и  $dp$  равно 13 % кроссинговера.

От скрещивания линии с нормальными крыльями с линией, имеющей короткие крылья, было получено 24 мухи  $F_1$ , от скрещивания которых с мухами-анализаторами было получено 200 мух.

1. Сколько мух  $F_2$  имели нормальные аристы и нормальные крылья?
2. Сколько разных генотипов образуется в  $F_2$ ?
3. Сколько мух  $F_2$  будут иметь оба признака в доминантном состоянии?
4. Сколько мух  $F_2$  будут иметь оба признака в рецессивном состоянии?
5. Какой процент мух  $F_2$  будут иметь нормальные аристы и короткие крылья?

**Задача 9.** У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены, определяющие окраску тела и глаз. Ген  $v$  (черное тело) является рецессивным по отношению к гену  $v^+$  (нормальная серая окраска тела), а ген  $pr$ , определяющий по отношению к гену  $pr^+$ , обуславливающему нормальную (красную) окраску глаз.

От скрещивания гетерозиготных серых мух с нормальными красными глазами с черными мухами с пурпурными глазами в  $F_2$  было получено 400 мух. Из них 12 мух имели серое тело и пурпурные глаза.

1. Сколько мух  $F_2$  имели черное тело и нормальные глаза?
2. Сколько мух  $F_2$  имели оба признака в рецессивном состоянии?

3. У какого процента мух  $F_6$  оба признака были в доминантном состоянии?

4. У какого процента мух  $F_6$  хромосомы 2-й пары были кроссоверными?

5. Чему равно расстояние между генами  $v$  и  $pr$  в единицах кроссинговера?

**Задача 10.** У дрозофилы гены, определяющие коричневую окраску глаз ( $sl$ ) и уменьшенное число щетинок ( $D$ ), локализованы в 3-й хромосоме.

От скрещивания мух, имеющих нормальную окраску глаз (доминантный признак), с мухами, имеющими коричневые глаза и нормальное число щетинок, было получено 24 мухи  $F_1$ , от скрещивания которых с линией-анализатором в  $F_2$  было получено 300 мух. В том числе 30 мух имели коричневые глаза и уменьшенное число щетинок.

1. Сколько мух  $F_1$  имели оба признака в доминантном состоянии?

2. Сколько мух  $F_6$  имели оба признака в доминантном состоянии?

3. Какое количество мух  $F_6$  имело коричневые глаза и нормальное количество щетинок?

4. У какого процента мух  $F_6$  были нормальные глаза и уменьшенное число щетинок?

5. Какое расстояние в единицах кроссинговера между генами  $sl$  и  $d$ ?

**Задача 11.** У кроликов белая пятнистость шерсти ( $A$ ) доминирует над сплошной окраской ( $a$ ), короткая шерсть ( $L$ ) – над длинной ( $l$ ). Гены локализованы в одной хромосоме. При скрещивании гомозиготных самок с доминантными признаками с дирекссивными самцами получили потомство  $F_1$ , в дальнейшем провели анализирующее скрещивание и получили:

пятнистых короткошерстных – 81;

пятнистых длинношерстных – 14;

крольчат со сплошной окраской и длинношерстных – 79;

крольчат с короткой шерстью и сплошной окраской – 16.

1. Сколько типов гамет может дать гибрид  $F_1$ ?

2. Сколько гамет кроссоверного типа может быть в  $F_1$ ?

3. Каков тип наследования (полное или неполное сцепление генов)?

4. Определить расстояние между генами  $a$  и  $l$ ?

5. Какой генотип в  $F_2$  может быть у кроликов с короткой шерстью и сплошной окраской?

**Задача 12.** У мышей ген  $S$  отвечает за белую окраску шерсти,  $s$  – за темную. Темная окраска глаз определяется геном  $P$ , розовая –  $p$ . Гены

локализованы в одной хромосоме. Мыши, гомозиготные по гену белой окраски шерсти и темным глазам, были скрещены с гомозиготными самцами, имеющими темную окраску шерсти и розовые глаза. Далее гибридные самки  $F_1$  скрещивались с самцами, гомозиготными по обоим мутантным генам. Родилось 580 мышат, из них:

- с белой шерстью и темными глазами – 240;
- с белой шерстью и розовыми глазами – 32;
- темной шерстью и темными глазами – 34;
- темной шерстью и розовыми глазами – 274.

1. Как наследуются два неаллельных гена: полное или неполное сцепление?

2. Сколько типов гамет может дать гибрид  $F_1$ ?

3. Сколько в  $F_2$  может быть кроссоверных типов гамет?

4. Сколько потомков в  $F_2$  могут быть кроссоверного типа?

5. Определить расстояние между генами  $c$  и  $P$ ?

**Задача 13.** Гены  $c$  и  $d$  локализованы в одной хромосоме. Гомозиготная по генам  $c$  и  $d$  особь скрещивалась с нормальной  $CD$ . Далее использовалось анализирующее скрещивание  $F_1$  с двойным рецессивом. Получено в  $F_2$  следующее потомство:

702 –  $CD$

698 –  $cd$

86 –  $Cd$

82 –  $cD$

1. Укажите генотип гибрида  $F_1$ .

2. Сколько типов гамет может дать гибрид  $F_1$ ?

3. Сколько из них могут быть кроссоверными?

4. Сколько из них могут быть родительскими гаметами?

5. Указать расстояние между генами  $c$  и  $d$ .

**Задача 14.** Особь, гомозиготная по генам  $AB$ , скрещена с рецессивной особью  $ab$ . Гибриды  $F_1$  вновь скрещены с дирецессивной особью. В  $F_2$  получено 2000 потомков, из них:

$AB$  – 902

$ab$  – 898

$aB$  – 100

$Ab$  – 100

1. Укажите генотип гибрида  $F_1$ .

2. Сколько типов гамет дает гибридная особь  $F_1$ ?

3. Укажите гаметы, возникшие в результате кроссинговера?

4. Определите расстояние между генами  $a$  и  $b$ .

5. Каковы были бы результаты от этого скрещивания в случае независимого распределения генов  $a$  и  $b$ ?

**Задача 15.** Гены  $A$  и  $B$  фореги наследуются сцепленно, расстояние между ними в единицах кроссинговера равно 20 %. Была скрещена гомозиготная линия с генотипом  $AA\ BB$  с линией, имеющей генотип  $aavv$ . В  $F_1$  было получено 60 потомков.

1. Сколько потомков  $F_1$  имели оба признака в доминантном состоянии?

2. Сколько потомков  $F_1$  имели оба признака в рецессивном состоянии?

3. Сколько мальков  $F_1$  имели генотип  $Aa\ vv$ ?

4. Сколько мальков  $F_1$  имели генотип  $aa\ vv$ ?

5. Сколько всего было кроссоверных особей в  $F_1$ ?

**Задача 16.** У кроликов доминантный ген  $B$  отвечает за черный пигмент в окраске меха, ген  $b$  – за коричневый пигмент. Ген  $C$  отвечает за распределение пигмента в меховом покрове. В этом гене локализованы две аллели:  $C$  (окраска шиншилла) и  $c$  (гималайский тип). Гены  $B$  и  $C$  локализованы в одной хромосоме.

Гомозиготные самки с шиншилловым черным мехом ( $BBCC$ ) были спарены с гомозиготным гималайским шиншилловым самцом ( $bbcc$ ). В  $F_1$  все потомство обладало черным шиншилловым мехом. Затем кроликов  $F_1$  скрещивали с коричневыми гималайскими самцами. Родилось 680 потомков:

черные шиншилловые – 229;

коричневые шиншилловые – 101;

черные гималайские – 109;

коричневые гималайские – 241.

1. Как наследуются два неаллельных признака: полное или неполное сцепление?

2. Сколько типов гамет может дать гибрид  $F_1$ ?

3. Сколько потомков  $F_1$  являются кроссоверными?

4. Сколько потомков в  $F_1$  будут некрассинговерными?

5. Какое расстояние между генами  $b$  и  $c$ ?

**Задача 17.** У кроликов гены  $C$  и  $D$  локализованы в одной хромосоме и расстояние между ними 12 морганид.

Генотип исходных кроликов  $\frac{Cd}{cd}$ .

1. Укажите гаметы родительского типа.

2. Какова их доля в общем числе гамет этого организма?

3. Укажите кроссоверные гаметы.

4. Какова их доля в общем числе гамет?

**Задача 18.** У кур гены А и В локализованы в одной хромосоме и расстояние между ними 8 морганид. Генотип исходных птиц  $\frac{AB}{ab}$ .

1. Сколько типов гамет может дать исходный генотип?
2. Укажите гаметы родительского типа.
3. Какова их доля в общем числе гамет этого организма?
4. Укажите кроссоверные гаметы.
5. Какова их доля в общем числе гамет?

**Задача 19.** У дрозофилы во 2-й хромосоме локализованы гены, определяющие окраску тела и глаз. Ген в (черное тело) является рецессивным по отношению к гену в<sup>+</sup>, нормальная серая окраска тела, а ген а, определяющий пурпурные глаза, является рецессивным по отношению к гену А<sup>+</sup>, обуславливающему нормальную (красную) окраску глаз.

От скрещивания серых мух с нормальными глазами с черными мухами с пурпурными глазами в F<sub>2</sub> было получено 500 мух, из них 20 мух имели серое тело и пурпурные глаза.

1. Сколько мух F<sub>2</sub> имели черное тело и нормальные глаза?
2. Сколько мух F<sub>2</sub> имели оба признака в рецессивном состоянии?
3. У какого процента мух F<sub>2</sub> оба признака были в доминантном состоянии?
4. У какого процента мух F<sub>2</sub> хромосомы 2-й пары были кроссоверными?
5. Чему равно расстояние между генами в и а в единицах кроссинговера?

**Задача 20.** У крыс темная окраска шерсти доминирует над светлой, розовый цвет глаз – над красным. Оба признака сцеплены. В лаборатории от скрещивания розовоглазых темношерстных крыс с красноглазыми светлошерстными получено потомство: светлых красноглазых – 124, темных розовоглазых – 126, светлых розовоглазых – 24, темных красноглазых – 25.

1. Какие генотипы родителей?
2. Сколько в потомстве F<sub>2</sub> кроссоверных особей?
3. Какой % некроссоверных особей?
4. Какой % темных розовоглазых особей в потомстве F<sub>2</sub>?
5. Какое расстояние между генами?

**Задача 21.** У мухи дрозофилы признаки окраски тела и формы крыльев сцеплены. Темная окраска тела рецессивна по отношению к серой, короткие крылья – к длинным. В лаборатории скрещивались

серые длиннокрылые самки, гетерозиготные по обоим признакам, с самцами, имеющими черное тело и короткие крылья. В потомстве оказалось серых длиннокрылых особей 1394, черных короткокрылых – 1418, черных длиннокрылых – 287, серых короткокрылых – 288.

*1. Как наследуются два неаллельных признака: полное или неполное сцепление?*

*2. Сколько типов гамет может дать гетерозиготная самка?*

*3. Какие потомки  $F_a$  являются кроссверными?*

*4. Какой % некроссверных потомков в  $F_a$ ?*

*5. Какое расстояние между генами?*

**Задача 22.** У дрозофилы в 3-й хромосоме локализованы гены  $r$ ,  $SS$  и  $v$ . Гены  $r$  – розовые глаза,  $ss$  – короткие щетинки и  $v$  – черное тело являются рецессивными по отношению к норме.

Гетерозиготные мухи, имеющие все вышеперечисленные признаки в доминантном состоянии, были скрещены с линией-анализатором и было получено 1100 мух. Среди них 440 мух имели признаки в доминантном состоянии, 60 мух имели нормальные глаза, короткие щетинки и черное тело, 50 мух – розовые глаза, короткие щетинки и серое тело.

*1. Какой процент мух имел все признаки в рецессивном состоянии?*

*2. Какой процент мух имел розовые глаза, короткие щетинки и серое тело?*

*3. Какое расстояние между генами  $r$  и  $SS$ ?*

*4. Какое расстояние между генами  $ss$  и  $v$ ?*

*5. Какое расстояние между генами  $r$  и  $v$ ?*

**Задача 23.** У дрозофилы во одной хромосоме локализованы гены окраски тела  $A$ , окраски глаз  $B$  и наличия щетинок между фасетками глаз  $C$ . Желтая окраска тела, белые глаза и наличие щетинок между фасетками являются рецессивными признаками по отношению к нормальной (серой) окраске тела, красной окраске глаз и отсутствию щетинок между фасетками. Гетерозиготные самки дрозофилы, имеющие все признаки в доминантном состоянии, были скрещены с самцами, имеющими все признаки в рецессивном состоянии. Было получено 640 мух. Среди них 23 мухи имели желтое тело, красные глаза без щетинок, 20 мух имели серое тело, красные глаза и щетинки между фасетками.

*1. Сколько разных генотипов было в  $F_a$ ?*

*2. Какой процент мух имел серое тело, белые глаза и щетинки между фасетками?*

3. Какое расстояние между генами *A* и *B* в процентах кроссинговера?

4. Какое расстояние между генами *B* и *C* в процентах кроссинговера?

5. Какое расстояние между генами *A* и *C* в морганидах?

**Задача 24.** У дрозофилы во одной хромосоме локализованы гены окраски тела *A*, окраски глаз *B* и наличия щетинок между фасетками глаз *C*. Желтая окраска тела, белые глаза и наличие щетинок между фасетками являются рецессивными признаками по отношению к нормальной (серой) окраске тела, красной окраске глаз и отсутствию щетинок между фасетками. Гетерозиготные самки дрозофилы, имеющие признак в доминантном состоянии, были скрещены с самцами, имеющими все признаки в рецессивном состоянии. Было получено в  $F_2$  800 мух. Среди них 36 мух имели желтое тело, красные глаза без щетинок, 40 мух имели серое тело, красные глаза.

1. Какой процент мух имел все признаки в доминантном состоянии?

2. Какой процент мух имел розовые глаза, короткие щетинки и серое тело?

3. Сколько некрссоверных мух в  $F_2$ ?

4. Сколько разных генотипов могли иметь мухи в  $F_2$ ?

**Задача 25.** В анализирующем скрещивании дигетерозиготы ***AaBb*** получено расщепление: ***AB*** – 243; ***Ab*** – 762; ***aB*** – 758; ***ab*** – 237 (всего 2000 особей).

1. Какой характер наследования генов?

2. Какой генотип дигетерозиготы?

3. Сколько в потомстве  $F_2$  некрссоверных особей?

4. Какой % крссоверных особей?

5. Какое расстояние между генами?

**Задача 26.** Генотип особи ***CcDdBb***, но известно, что аллель ***B*** расположена на другой хромосоме. Аллели ***C*** и ***D*** абсолютно сцеплены и расстояние между ними равно 18 морганид.

1. Сколько типов гамет образует особь с генотипом ***CcDdBb***?

2. Какие типы гамет образует особь с генотипом ***CcDd***?

3. Какой % особей могли быть крссоверными?

4. Какой % особей могли быть некрссоверными?

5. Какой характер наследования генов ***C*** и ***D*** ?

**Задача 27.** При скрещивании самок карпа, дигетерозиготных по генам ***A*** и ***B***, с рецессивными по обоим генам самцами получены сле-

дующие расщепления по фенотипу:

а)  $AB : Ab : aB : ab = 25 \% : 25 \% : 25 \% : 25 \%$ ;

б)  $AB : Ab : aB : ab = 47 \% : 3 \% : 3 \% : 47 \%$ .

1. В каком случае наблюдается свободное комбинирование, а в каком – сцепленное наследование?

2. Сколько разных генотипов в потомстве при независимом наследовании?

3. Сколько разных фенотипов в потомстве при сцепленном наследовании?

4. Какой % кроссоверных особей в потомстве при сцепленном наследовании?

5. Какое расстояние между генами **A** и **B** для случая сцепленного наследования.

**Задача 28.** Гены **A**, **B** и **C** находятся в одной группе сцепления. Между генами **A** и **B** кроссинговер происходит с частотой 7,4 %, между генами **B** и **C** – с частотой 2,9 %.

1. Как наследуются данные признаки: полное или неполное сцепление?

2. Какое расстояние между генами **A** и **B** в процентах кроссинговера?

3. Какое расстояние между генами **B** и **C** в процентах кроссинговера?

4. Какое расстояние между генами **A** и **C** в морганидах?

5. Определите взаиморасположение генов **A**, **B** и **C** в хромосоме.

**Задача 29.** Три гена **A**, **B**, **C** сцеплены. Между генами **A** и **B** – 8 % кроссинговера, между генами **B** и **C** – 25 %.

1. Какое расстояние между генами **A** и **B** в морганидах?

2. Какое расстояние между генами **B** и **C** в морганидах?

3. Какое расстояние между генами **A** и **C** в морганидах?

4. Определите взаиморасположение генов **A**, **B** и **C** в хромосоме.

**Задача 30.** Гены **A**, **B**, **C** локализованы в одной хромосоме. Процент перекреста между генами **A** и **B** равен 12, а между генами **A** и **C** в 2 раза больше чем между генами **A** и **B**, а между генами **B** и **C** в 3 раза больше, чем между **A** и **B**.

Определите взаиморасположение генов **A**, **B** и **C** в хромосоме.

**Задача 31.** Гены **A**, **B**, **C** локализованы в одной хромосоме. Известно, что кроссинговер между ними происходит со следующей частотой:

$A$  и  $B = 5 \%$

$B$  и  $C = 3 \%$

$$A \text{ и } C = 2 \%$$

Определите взаиморасположение генов *A*, *B* и *C* в хромосоме.

#### 4.3. Наследование признаков, сцепленных с полом

##### 4.3.1. Ген находится в X- или Y-хромосомах

##### Задачи

**Задача 1.** У дрозофилы доминантный ген красной окраски глаз локализован в X-хромосоме и наследуется с ней сцепленно.

При скрещивании самок, имеющих нормальную красную окраску глаз, с белоглазыми самцами в  $F_1$  было получено 28 мух. От скрещивания их между собой было получено 240 мух  $F_2$ .

1. Сколько самок  $F_1$  имели красные глаза?
2. Сколько генотипов имеют мухи  $F_2$ ?
3. Сколько мух  $F_2$  имели белые глаза?
4. Сколько самцов  $F_2$  были белоглазыми?
5. Сколько самок  $F_2$  имели красные глаза?

**Задача 2.** У дрозофилы ген *S*, обуславливающий нормальные размеры тела, локализован в X-хромосоме и является доминантным по отношению к гену *s*, обуславливающему укороченные размеры тела.

От скрещивания гомозиготной самки, имеющей нормальные размеры тела, с самцом, имеющим укороченное тело, было получено 32 мухи  $F_1$ . От скрещивания их между собой было получено 160 мух  $F_2$ .

1. Сколько самок  $F_1$  имели нормальные размеры тела?
2. Сколько самцов  $F_1$  имели нормальные размеры тела?
3. Сколько мух  $F_2$  будут иметь укороченное тело?
4. Сколько самок  $F_2$  будут гетерозиготными?
5. Сколько самцов  $F_2$  будут с нормальными размерами тела?

**Задача 3.** У дрозофилы рецессивный ген желтой окраски тела у находится в X-хромосоме. Доминантный ген у обуславливает серую окраску тела. От скрещивания гомозиготной серой самки с желтым самцом получено 48 мух.

1. Сколько самок из этого потомства имели нормальную окраску тела?
2. Сколько самцов из этого потомства имели нормальную окраску тела?

3. Серая самка из этого потомства скрещена с серым самцом. Было получено 36 мух. Сколько самок будут иметь нормальную окраску тела?

4. Сколько самок будут гетерозиготными?

5. Сколько самцов будут желтыми?

**Задача 4.** Одна пара генов В и в, определяющих окраску шерсти у кошек, сцеплена с полом. Ген В обуславливает рыжую окраску, ген в – черную, а у гетерозигот Вв получается пестрая окраска (черепаховая).

Черного кота спаривали с рыжей кошкой. В потомстве было получено четыре котенка, из них две кошки.

1. Сколько котят имели рыжую масть?

2. Сколько кошек были рыжей масти?

3. Сколько кошек были черепаховыми?

4. Сколько котят были черными?

5. Сколько котят имели черную масть?

**Задача 5.** У кошек одна пара аллелей (В и в), определяющих окраску шерсти, сцеплена с полом. Ген В обуславливает рыжую, ген в – черную окраску шерсти, а гетерозиготы имеют пеструю (черепаховую) окраску шерсти.

От спаривания черного кота с рыжей кошкой в нескольких пометах было получено шесть котят, из них четыре кошки.

1. Сколько котят имели рыжую масть?

2. Сколько кошек были черепаховыми?

3. Сколько котят были рыжими?

4. От спаривания рыжего кота с черными кошками было получено восемь котят, из них шесть кошек. Сколько кошек были черепаховыми?

5. Сколько котят имели черную масть?

**Задача 6.** У человека цветовая слепота обусловлена рецессивным геном с, а нормальное умение различать цвета – доминантным геном С. Оба эти гена локализованы в X-хромосоме.

Женщина с нормальным зрением, но гетерозиготная по этому признаку, вышла замуж за человека, страдающего цветовой слепотой. У них было 8 детей.

1. Сколько типов гамет может образовать женщина?

2. Сколько детей, родившихся от этого брака, имели нормальное зрение?

3. Сколько девочек имели нормальное зрение?

4. Сколько мальчиков имели цветовую слепоту?

5. Сколько мальчиков из четырех родившихся от второго брака этой женщины с мужчиной, имеющим нормальное зрение, страдали цветовой слепотой?

**Задача 7.** У человека цветовая слепота обусловлена рецессивным геном *s*, а нормальное умение различать цвета – доминантным геном *S*. Оба эти гена локализованы в X-хромосоме.

Женщина, имеющая нормальное зрение, родители и ближайшие родственники которой также имели нормальное зрение, вышла замуж за мужчину, страдающего цветовой слепотой. От этого брака родилось 3 мальчика и 3 девочки.

1. Сколько детей, родившихся от этого брака, имели нормальное зрение?

2. Сколько мальчиков в этой семье имели нормальное зрение?

3. Сколько девочек имели нормальное зрение?

4. От второго брака этого мужчины с другой, гетерозиготной по цветовой слепоте женщиной, родилось четверо детей, из них двое были мальчиками. Сколько мальчиков страдали цветовой слепотой?

5. Сколько девочек имели нормальное зрение?

**Задача 8.** У человека ген *h*, обуславливающий одну из форм гемофилии, локализован в X-хромосоме и наследуется сцепленно.

Здоровая женщина, отец которой был гемофиликом, вышла замуж за юношу – гемофилика. У них было 12 детей.

1. Сколько детей в этой семье могут быть здоровыми?

2. Сколько будет здоровых девочек?

3. Сколько из них будут гомозиготными?

4. Сколько мальчиков будут здоровыми?

5. Сколько мальчиков будут гемофиликами?

**Задача 9.** Отсутствие потовых желез у людей передается по наследству как рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой. Наличие потовых желез – доминантный признак.

Гетерозиготная женщина вышла замуж за здорового мужчину. От этого брака родилось 8 детей, из них 4 мальчика.

1. Сколько детей не имели потовых желез?

2. Сколько мальчиков не имели потовых желез?

3. Сколько девочек от этого брака будут гетерозиготными?

4. От брака гетерозиготной дочери с юношей, у которого отсутствовали потовые железы, родилось четверо детей, в том числе два мальчика. Сколько детей имели нормальные потовые железы?

5. Сколько мальчиков не имели потовых желез?

**Задача 10.** У небольшой рыбки (*Aplocheilus*) пол наследуется по тому же типу, что и у дрозофилы. Пара аллелей R и r, обуславливающих окраску тела, локализована в обеих половых хромосомах, как X, так и у.

Красный цвет является доминантным, а белый – рецессивным. От спаривания белой самки с красным гомозиготным самцом было получено в F<sub>1</sub> 18 потомков, а в F<sub>2</sub> – 44, из них 24 самки.

1. Сколько рыбок в F<sub>1</sub> имели красную окраску?
2. Сколько разных генотипов было в F<sub>2</sub>?
3. Сколько рыбок F<sub>2</sub> имели красную окраску?
4. Сколько самок рыбок F<sub>2</sub> имели красную окраску?
5. Сколько рыбок имели белую окраску?

**Задача 11.** У небольшой рыбки (*Aplocheilus*) пол наследуется по тому же типу, что и у дрозофилы. Пара аллелей, определяющих цвет тела (R и r), локализована в обеих половых хромосомах X и Y. Красный цвет является доминантным (R), белый – рецессивным (r). От скрещивания красной гомозиготной самки с белым самцом в F<sub>1</sub> было получено 22 рыбки, из них 12 самок, а в F<sub>2</sub> – 44 рыбки.

1. Сколько рыбок F<sub>1</sub> были красными?
2. Сколько самок F<sub>1</sub> были красными?
3. Сколько самок F<sub>2</sub> имели красную окраску?
4. Сколько самцов F<sub>2</sub> имели красную окраску?
5. Сколько разных генотипов было в этом скрещивании?

**Задача 12.** У кур полосатое оперение определяется доминантным геном В и наследуется сцепленно с полом. При скрещивании полосатых кур (X<sup>В</sup>Y) с петухом (X<sup>в</sup>X<sup>в</sup>), имеющим рецессивный ген черной окраски (в), в F<sub>1</sub> было получено 20 цыплят. От скрещивания их между собой в F<sub>2</sub> было получено 96 цыплят.

1. Сколько цыплят в F<sub>1</sub> были петушками?
2. Сколько петушков в F<sub>1</sub> имели черную окраску?
3. Сколько курочек F<sub>2</sub> имели черную окраску?
4. Сколько петушков F<sub>2</sub> имели полосатую окраску?
5. Сколько петушков F<sub>2</sub> были гомозиготными по этому признаку?

**Задача 13.** У небольшой рыбки (*Aplocheilus*) пол наследуется по тому же типу, что и у дрозофилы. Пара аллелей, определяющих цвет тела (R и r), локализована в обеих половых хромосомах X и Y. Красный цвет является доминантным (R), белый – рецессивным (r).

От спаривания красной гомозиготной самки с белым самцом в F<sub>1</sub> было получено 20 рыбок, из них 8 рыбок были самцами. От скрещива-

ния белой самки с самцом  $F_1$  было получено 36 рыбок  $F_2$ , из них 20 рыбок были самками.

1. Сколько рыбок  $F_1$  имели красную окраску?
2. Сколько разных генотипов будет в  $F_2$ ?
3. Сколько самцов  $F_2$  будут иметь красную окраску?
4. Сколько всего красных рыбок будет в  $F_2$ ?
5. Сколько самок  $F_2$  будут иметь белую окраску?

**Задача 14.** У кур ген  $K$  является рецессивным и сцепленным с полом. Если в зиготе не содержится доминантного аллеля  $K$ , то цыплята погибают до вылупления из яйца.

Самец, гетерозиготный по этому аллелю, скрещен с нормальными самками. Из яиц вылупилось 72 цыпленка.

1. Сколько разных генотипов получится при этом скрещивании?
2. Сколько цыплят погибло до вылупления?
3. Сколько погибло курочек?
4. Сколько было петушков при таком скрещивании?
5. Сколько было живых курочек?

**Задача 15.** Окраска оперения у кур обусловлена геном  $C$ . Птицы с генотипом  $cc$  всегда белые.

Полосатость оперения обуславливается геном  $S$ , доминантным, сцепленным с полом. При скрещивании белой курицы с гомозиготным полосатым петухом было получено 16 цыплят. От скрещивания их между собой было получено 32 потомка  $F_2$ .

1. Сколько цыплят  $F_1$  имели полосатое оперение?
2. Сколько курочек  $F_1$  имели полосатое оперение?
3. Сколько разных генотипов было в  $F_2$ ?
5. Сколько петушков  $F_2$  были полосатыми?

**Задача 16.** У кур позднее оперение  $SK$  сцеплено с полом и доминирует над ранним оперением  $sk$ , а рябая окраска  $R$  над нормальной  $r$ .

Скрещивали рябую курицу, имеющую позднее оперение, с гомозиготным нормальным петухом, имеющим раннее оперение. Было получено 24 цыпленка.

1. Сколько разных фенотипов будут иметь цыплята?
2. Сколько будет петушков?
3. Сколько разных генотипов будут иметь цыплята?
4. Сколько курочек будут рябыми с поздним оперением?
5. Сколько петушков будут рябыми с ранним оперением?

**Задача 17.** У бронзовых индеек иногда наблюдается дрожание тела, которое называется вибрированием. Эта аномалия обусловлена сцепленным с полом рецессивным геном *v*.

От скрещивания гетерозисных по этому гену самцов с нормальными самками было получено 36 потомков.

1. Сколько от этого скрещивания было получено индюшек?
2. Сколько потомков были здоровыми?
3. Сколько было разных генотипов?
4. Сколько было разных индюков?
5. Сколько было аномальных индюшек?

**Задача 18.** У бронзовых индеек иногда наблюдается дрожание тела, которое называется вибрированием. Эта аномалия обусловлена сцепленным с полом рецессивным геном *v*.

От скрещивания гетерозиготных по этому гену самцов с аномальными самками было получено 44 индюшонка.

1. Сколько разных генотипов будет у индюшат?
2. Сколько среди индюшат будет самочек?
3. Сколько индюшат будут аномальными?
4. Сколько самочек будут здоровыми?
5. Сколько самцов будут избрантами?

**Задача 19.** У кур породы виандот наблюдаются две разные формы полосатости – золотистая и серебристая. Гены, обуславливающие этот признак, наследуются сцепленно с полом, причем доминирует ген серебристо-полосатой окраски оперения.

От скрещивания серебристо-полосатой курицы с золотисто-полосатым петухом было получено 20 цыплят.

1. Сколько среди цыплят было курочек?
2. Сколько разных генотипов было у цыплят?
3. Сколько цыплят имели серебристо-полосатую окраску?
4. Сколько петушков имели серебристо-полосатую окраску?
5. Сколько курочек были золотисто-полосатыми?

**Задача 20.** У леггорнов имеется сцепленный с полом рецессивный ген, который вызывает гибель эмбрионов за 3 дня до окончания инкубации.

От скрещивания гетерозисного по этому признаку петуха с нормальными курицами было получено 36 цыплят.

1. Сколько разных генотипов образуется при таком скрещивании?
2. Сколько эмбрионов погибает при инкубации?
3. Сколько цыплят будут гетерозисными по этому признаку?

4. Сколько курочек будет среди вылупившихся цыплят?

5. Сколько петушков будут гомозиготными по этому признаку?

**Задача 21.** Курица, претерпевшая превращение пола и ставшая в результате этого настоящим самцом, дает гаметы того же хромосомного строения, как и до превращения, только они являются сперматозоидами. От скрещивания такой превращенной серебристо-полосатой курицы с золотисто-полосатой нормальной курицей было получено 24 цыпленка.

1. Сколько разных типов гамет дадут обе эти курицы?

2. Сколько типов зигот будут нежизнеспособными?

3. Сколько будет курочек среди цыплят?

4. Сколько разных генотипов будут давать серебристо-полосатое оперение?

5. Сколько курочек будут иметь серебристо-полосатую окраску?

**Задача 22.** У кур рябое оперение является доминантным признаком по отношению к нерябому и наследуется сцепленно с полом.

Гетерозиготная рябая курица претерпела превращение пола и стала настоящим самцом. Она дает такие же гаметы, что и до превращения, только они являются сперматозоидами.

От скрещивания ее с другой нерябой курицей было получено 15 цыплят.

1. Сколько типов гамет может образовать претерпевшая превращение курица?

2. Сколько типов гамет может образовать нормальная курица?

3. Сколько зигот при таком скрещивании были нежизнеспособными?

4. Сколько было рябых курочек?

5. Сколько было рябых петушков?

**Задача 23.** У молодых цыплят нет внешне заметных половых признаков, а между тем экономически целесообразно устанавливать для будущих петушков и курочек различные режимы питания.

Ген рябой окраски (Р) является доминантным по отношению к гену черной окраски (р) и наследуется сцепленно с полом.

На птицефабрике были заложены на инкубацию 200 яиц, полученных от скрещивания рябых курочек и черных петушков.

1. Из скольких яиц не вылупятся цыплята?

2. Сколько в потомстве будет курочек?

3. Сколько среди них будут иметь черное оперение?

4. Сколько будет петушков?

5. Сколько среди них будут иметь рябое оперение?

**Задача 24.** У тутового шелкопряда экономически целесообразно выкармливать гусениц мужского пола, так как их коконы дают выход шелка на 30 % больше, чем у женского. Удалось локализовать рецессивный ген черной окраски яиц (грены) в X-хромосоме.

Скрещивали самцов тутового шелкопряда, вылупившихся из черной грены, с самкой, вылупившейся из желтой грены. Было получено 120 яичек, из которых вылупилось 96 гусениц.

1. Сколько разных генотипов образуются при таком скрещивании?
2. Сколько яиц будут иметь темную окраску?
3. Сколько яиц имели желтую окраску?
4. Из скольких яиц должны вылупиться самки?
5. Из скольких яиц темного цвета вылупятся самки?

**Задача 25.** У кур ген В локализован в X-хромосоме и отвечает за рябой тип окрашенности. Этот ген доминантен по отношению к гладкому типу окрашенности (b). Рябая курица была спарена с гетерозиготным петухом. Вылупилось 80 цыплят.

1. Сколько появилось рябых курочек от данного скрещивания?
2. Сколько было курочек с гладким типом оперения?
3. Сколько было гемизиготных птенцов от этого скрещивания?
4. Сколько было рябых цыплят?
5. Сколько цыплят имели гладкое оперение?

**Задача 26.** Черная (В) и рыжая (b) окраска шерсти обусловлена у кошек сцепленными с полом аллелями В и b. У гетерозигот – черепаховая окраска. Черная кошка принесла черных котят, один из которых имеет черепаховую окраску, а три – черную.

1. Каков фенотип отца этих котят?
2. Какого пола были черные котята?
3. Какой пол имеет черепаховую окраску?
4. Могут ли коты иметь черепаховую масть?
5. Какой генотип отца этих котят?

**Задача 27.** У бронзовых индеек иногда наблюдается дрожание тела, которое называется вибрированием. Это аномалия обусловлена сцепленным с полом рецессивным геном (v). От скрещивания гетерозиготных по данному гену самцов с аномальными самками получили 84 гибрида.

1. Сколько разных генотипов могли иметь гибриды?
2. Сколько среди них может быть самочек?
3. Сколько гибридов могут иметь аномалию?

4. Сколько самочек могут быть нормальными?

5. Сколько самцов могут иметь аномалию?

**Задача 28.** У кур полосатость окраски оперения определяется сцепленным с полом доминантным геном В, а отсутствие полосатости – его рецессивной аллелью в. Скрещивали кур с полосатой окраской оперения с белым петухом. Вылупилось 74 цыпленка. В дальнейшем гибриды  $F_1$  спаривались между собой, вылупилось 160 цыплят.

1. Сколько в  $F_1$  вылупилось курочек белого оперения?

2. Сколько в  $F_1$  вылупилось петушков с полосатым оперением?

3. Сколько в  $F_2$  было разных генотипов у курочек?

4. Сколько в  $F_2$  было фенотипов у курочек?

5. Сколько в  $F_2$  было фенотипов и генотипов у петушков?

**Задача 29.** У собак породы золотистый ретривер обнаружена мутация мускульной дистрофии, аналогична мускульной дистрофии Дюшенна у человека. Мутация является рецессивной и сцеплена с полом. При спаривании здоровой гетерозиготной по мускульной дистрофии матки со здоровым кобелем родилось 12 щенков.

1. Сколько типов гамет могло быть у матери?

2. Сколько типов гамет мог дать отец?

3. Сколько разных генотипов могло быть у щенят?

4. Сколько из рожденных сучек могли иметь ген мускульной дистрофии?

5. Сколько самцов помета могли иметь мускульную дистрофию?

**Задача 30.** У рыбки пецилии аллель N вызывает сильное почернение хвостовой части тела, n – светлый хвост. Окраска хвостовой части тела локализована в X- и Y-хромосомах. От спаривания гомозиготной светлой самки с гомозиготным окрашенным самцом в  $F_1$  вывелось 28 потомков, в  $F_2$  – 88.

1. Сколько рыбок в  $F_1$  имели черную окраску хвостовой части тела?

2. Сколько разных фенотипов было в  $F_2$ ?

3. Сколько рыбок  $F_2$  имели черную окраску?

4. Сколько самок рыбок в  $F_2$  имели черную окраску?

5. Сколько самцов рыбок имели светлую окраску хвоста?

**Задача 31.** У кур полосатое оперение определяется доминантным геном В и наследуется сцепленно с полом. При скрещивании полосатых кур с петухом, имеющим рецессивный ген черной окраски (в), в  $F_1$  было получено 8 цыплят. От скрещивания их между собой в  $F_2$  было получено 48 цыплят.

1. Сколько цыплят в  $F_1$  были петушками?
2. Сколько петушков в  $F_1$  имели черную окраску?
3. Сколько курочек  $F_2$  имели черную окраску?
4. Сколько петушков  $F_2$  имели полосатую окраску?
5. Сколько петушков  $F_2$  были гомозиготными по этому признаку?

**Задача 32.** У человека слишком тонкий слой зубной эмали (*гипоплазия*) обусловлен доминантным геном, расположенным в X-хромосоме. Мужчина, страдающий этим заболеванием, женится на женщине с нормальными зубами.

1. Сколько разных фенотипов может быть у детей в этой семье?
2. Какова вероятность рождения в этой семье здоровых детей?
3. Какова вероятность, что мальчики в данной семье будут лишены этого дефекта?
4. Какова вероятность рождения в этой семье здоровой девочки?
5. Сколько разных генотипов может быть у детей?

**Задача 33.** *Гипертрихоз* наследуется как голландрический рецессивный признак, сцепленный с Y-хромосомой. Мужчина, имеющий *гипертрихоз*, женится на женщине, у которой *гипертрихоз* отсутствует. В семье четверо детей.

1. Сколько типов гамет мог дать мужчина?
2. Сколько разных генотипов может быть у детей?
3. Какова вероятность рождения детей с *гипертрихозом*?
4. Какова вероятность проявления *гипертрихоза* у сыновей?
5. Какова вероятность проявления *гипертрихоза* у внуков?

**Задача 34.** У кур ген позднего оперения ( $Sk$ ) сцеплен с полом и доминирует над ранним оперением ( $sk$ ), а рябая окраска оперения ( $R$ ) – над нормальной ( $r$ ). От скрещивания нерябой курицы с ранним оперением с гомозиготным петухом, имеющим позднее оперение и рябую окраску, было получено 20 цыплят.

1. Сколько было петушков?
2. Сколько разных генотипов имели цыплята?
3. Сколько было ранних цыплят с поздним оперением?
4. Сколько было рябых курочек с поздним оперением?
5. Сколько было рябых петушков с поздним оперением?

**Задача 35.** Гены дальтонизма и «куриной слепоты» (ночная слепота) наследуются через X-хромосому и являются рецессивными. В одной семье жена имеет нормальное зрение, хотя ее мать страдала «куриной слепотой», а отец был дальтоником; ее муж нормален в отношении обоих признаков.

1. Нарисуйте схему родословной этой семьи.
2. Сколько типов гамет может дать мать этих детей?
3. Сколько типов гамет может дать отец этих детей?
4. Какие синдромы могут быть у их детей?
5. Будут ли их дочери здоровы или нести какие-либо аномалии по этим признакам?

#### **4.2.2. Один признак определяется геном, локализованным в X-хромосоме, другой признак определяется аутосомным геном**

**Задача 1.** У кур породы плимутрок ген В сцеплен с полом и обуславливает поперечную исчерченность пера, b – черную окраску пера. Ген W локализован в первой хромосоме и определяет белую кожу, ген w – желтую кожу. Гомозиготный полосатый белокожий петух и черная желтокожая курица дали 32 цыпленка, все полосатые и белокожие.

1. Сколько разных типов гамет могла дать курица?
2. Сколько разных генотипов могло быть у цыплят?
3. Сколько разных фенотипов было у цыплят?
4. Сколько курочек имели полосатую окраску?
5. Сколько было белокожих петушков?

**Задача 2.** У кур породы плимутрок ген В сцеплен с полом и обуславливает поперечную исчерченность пера, b – черную окраску пера. Ген W локализован в первой хромосоме и определяет белую кожу, ген w – желтую кожу. Гомозиготный петух черный белокожий скрещен с полосатой гетерозиготной по белой окраске кожи курочкой. Вылупилось 64 цыпленка.

1. Сколько типов гамет могла дать курица?
2. Сколько возможных генотипов могли иметь цыплята?
3. Какая окраска пера была у курочек?
4. Сколько было белокожих цыплят?
5. Сколько генотипов могло быть у петушков?

**Задача 3.** У собак в возрасте от 6 недель до 3 месяцев может проявляться классическая форма гемофилии-А. Обычно больные животные не доживают до половой зрелости. Это рецессивное, сцепленное с полом заболевание. В аутосоме южнорусской овчарки локализован ген W, который определяет белую окраску шерсти, при рецессивном гене w – окрашенная шерсть. От спаривания самки, гетерозиготной по гемофилии и с белой шерстью, со здоровым окрашенным самцом родилось 8 щенков в нескольких пометах.

1. Сколько типов гамет могло быть у матери?
2. Сколько типов гамет могло быть у отца?
3. Сколько разных генотипов могло быть у щенят?
4. Сколько из рожденных сучек могли иметь в генотипе ген гемофилии?

5. Сколько могло родиться гемофиликов мужского пола?

**Задача 4.** У кур породы брама имеется ген S, который локализован в половой хромосоме и отвечает за темную окраску оперения, при рецессивном гене s – окраска красная с различными оттенками. Ген S относится к неполно доминантным генам и у гибридов преобладают бурые тона. Розовидная форма гребня определяется доминантным аутосомным геном R, простой гребень – r. Темные курочки с розовидным гребнем были спарены с бурым петухом с простым гребнем. Вылупилось 600 цыплят.

1. Сколько разных генотипов могли иметь цыплята?
2. Сколько фенотипов имели курочки?
3. Сколько фенотипов имели петушки?
4. Сколько цыплят имели розовидный гребень?
5. Сколько цыплят имели бурое оперение?

**Задача 5.** У кур ген замедленного роста пера локализован в половой хромосоме, k – определяет быстрый рост пера. Ген окраски оперения C находится в аутосоме, белое оперение определяется геном c. Гетерозиготных окрашенных курочек с замедленным ростом пера спаривали с белым петухом быстрого оперения. Вылупилось 724 цыпленка.

1. Сколько генотипов могло быть у цыплят?
2. Сколько фенотипов имели курочки?
3. Сколько фенотипов имели петушки?
4. Сколько вылупилось белых курочек с быстрым ростом пера?
5. Сколько вылупилось окрашенных петушков с замедленным ростом пера?

**Задача 6.** У человека дальтонизм сцеплен с полом и является рецессивным, ген глухоты относится к рецессивно-аутосомному признаку. Мужчина, страдающий дальтонизмом и глухотой, женился на женщине, нормальной по зрению и хорошо слышащей. У них родился глухой сын – дальтоник и дочь – дальтоник с нормальным слухом.

1. Сколько типов гамет может дать мать этих детей?
2. Сколько типов гамет может дать отец этих детей?
3. Сколько типов гамет может дать их дочь?

4. Сколько типов гамет может дать их сын?

5. Какова вероятность рождения здорового ребенка по двум признакам от этого брака?

**Задача 7.** У канареек наличие хохолка зависит от аутосомного гена, окраска оперения (зеленое или коричневое) – от гена, сцепленного с X-хромосомой. Гетерогаметным полом у птиц является женский пол.

Хохлатую зеленую самку скрестили с коричневым самцом без хохла, в потомстве получено 32 потомка четыре фенотипических классов.

1. Какой генотип имела самка?

2. Какой генотип имел самец?

3. Сколько разных генотипов могли иметь потомки?

4. Сколько разных фенотипов имели птенцы?

5. Сколько канареек могут иметь доминантные признаки?

**Задача 8.** У дрозофилы форма крыльев определяется аутосомным геном, ген размера глаз находится в X-хромосоме. При скрещивании самок дрозофил с нормальными крыльями и нормальными глазами и самцов с редуцированными крыльями и маленькими глазами все потомство  $F_1$  имело нормальные крылья и нормальные глаза. Получившихся в первом поколении самок повторно скрещивали с самцом с рецессивными признаками, было получено 400 мушек.

1. Сколько типов гамет может дать самка?

2. Сколько типов гамет может дать самец?

3. Сколько разных генотипов могли иметь потомки?

4. Сколько самочек было получено в потомстве?

5. Сколько самцов могут иметь редуцированные глаза?

**Задача 9.** У человека альбинизм обусловлен аутосомным рецессивным геном, отсутствие потовых желез проявляется как сцепленный с X-хромосомой рецессивный признак. У супружеской пары, нормальной по фенотипу, родился сын с обоими указанными аномалиями.

1. Какие генотипы могли иметь родители?

2. Сколько типов гамет могла дать женщина?

3. Сколько типов гамет мог дать мужчина?

4. Сколько возможных генотипов могли иметь дети?

5. Сколько возможных фенотипов могли иметь дети?

**Задача 10.** У канареек наличие хохолка зависит от аутосомного гена, окраска оперения (зеленое или коричневое) – от гена, сцепленного с X-хромосомой. Гетерогаметным полом у птиц является женский пол.

Хохлатую коричневую самку скрестили с коричневым самцом хохлатым самцом, в потомстве получено 64 канарейки, причем в потомстве появились птенцы без хохолка.

1. Сколько возможных генотипов могли иметь птенцы?
2. Сколько возможных фенотипов могли иметь канарейки?
3. Сколько самочек получено в потомстве?
4. Сколько среди них будут хохлатыми?
5. Какого пола будут потомки без хохолка?

## 5. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

### 5.1. Моделирование синтеза белка

#### Задачи

**Задача 1.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5'-Г-Ц-Ц-Т-А-Г-Ц-Т-Г-Ц-Ц-Г-Ц-Т-Т-А-Г-Т-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих цитозин, будет в ней?
2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, будет в ней?
3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько молекул лейцина она содержит?
4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько разных типов т-РНК принимает в ней участие?
5. Определите количество аминокислот в белке и его массу.

**Задача 2.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5'-Т-Т-Ц-А-Г-Т-Ц-Ц-Г-Т-А-Т-Т-Т-Ц-Г-Т-Ц-Ц-А-А-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько пар нуклеотидов в гене?
2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих гуанин, будет в ней?
3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько молекул изолейцина она содержит?

4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько разных типов т-РНК принимает в ней участие?

5. Какова длина и масса гена?

**Задача 3.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5'А-Г-Т-А-Ц-Ц-Г-А-Т-Т-Ц-Т-Ц-Т-А-Т-Т-А-Ц-Г-Ц-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько разных нуклеотидов в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько всего аминокислот молекул она содержит?

4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов участвует в синтезе?

5. Какова масса гена и масса белка?

**Задача 4.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5'А-Т-Ц-А-Г-Т-Ц-Ц-Г-Т-А-Т-Ц-Т-Т-Ц-А-Ц-Ц-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько разных типов т-РНК принимает в ней участие?

5. Какова масса белка?

**Задача 5.** В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 21 мономера, которые расположены в следующей последовательности:

5'А-Т-Ц-А-Г-Т-Ц-Ц-Г-Т-А-Т-Ц-Т-Т-Ц-Ц-Ц-Ц-А-Т-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

5. Сколько нуклеотидов в гене и какова его длина?

**Задача 6.** В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 18 мономеров, которые расположены в следующей последовательности:

5'А-Г-Г-Ц-Ц-Т-А-Г-Г-Ц-Т-А-А-Т-А-А-Г-Ц-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько разных пар нуклеотидов в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих гуанин, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Выпишите антикодоны т-РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько типов т-РНК принимает в ней участие?

5. Определите массу гена и массу белка. Во сколько раз ген тяжелее белка?

**Задача 7.** Некодирующий участок цепи ДНК имеет следующее строение:

3'А-А-А-Г-Ц-А-Т-Г-Ц-А-Г-Г-Ц-Ц-А-Ц-А-Ц-

1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Какое суммарное количество водородных связей, которые образуются между комплементарными основаниями участка молекулы ДНК, имеет ген?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих гуанин, будет в ней?

3. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

5. Какова масса белка, синтезированного на основе ДНК?

**Задача 8.** Некодирующий участок цепи ДНК имеет следующее строение:

3'А-А-Т-Г-Г-А-Т-Ц-Ц-А-Г-Г-Ц-Ц-А-Г-А-Ц-

1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько разных пар нуклеотидов в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, будет в ней?

3. Укажите антикодоны т-РНК, принимающие участие в биосинтезе белка. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, будет в ней?

4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

5. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

6. Какова масса белка, синтезированного на основе ДНК?

**Задача 9.** В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 21 мономера, которые расположены в следующей последовательности:

5' А-А-Ц-А-Г-Г-Ц-Ц-Г-Т-А-Т-Ц-Т-Т-Ц-Ц-Ц-А-Т-

1. Постройте не кодирующую цепочку данной молекулы. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

5. Какова длина и масса гена?

**Задача 10.** Кодирующий участок цепи ДНК имеет следующее строение:

5' Г-А-А-А-Г-Ц-А-Т-Г-Ц-Ц-А-Г-Г-Ц-Ц-А-Ц-

1. Постройте не кодирующий участок цепи ДНК. Какое суммарное количество водородных связей, которые образуются между комплементарными основаниями участка молекулы ДНК, имеет ген?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих гуанин, будет в ней?

3. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

5. Какова масса белка, синтезированного на основе ДНК?

**Задача 11.** Участок цепи и-РНК имеет следующее строение:

3' Ц-Г-А-А-А-Г-Ц-А-У-Г-Ц-Ц-А-Г-Г-У-Ц-А-

1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько нуклеотидов она содержит?
2. Постройте комплементарную цепочку ДНК. Какое суммарное количество водородных связей, которые образуются между комплементарными основаниями участка молекулы ДНК, имеет ген?
3. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?
4. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?
5. Какова масса гена и масса белка? Во сколько раз ген тяжелее белка?

**Задача 12.** Участок цепи и-РНК имеет следующее строение:

3' Г-Ц-Г-А-А-А-Г-Ц-А-У-Г-Ц-Ц-А-Г-Г-У-Ц-

1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, она содержит?
2. Постройте не кодирующую цепочку ДНК. Сколько всего нуклеотидов в гене?
3. Выпишите все транспортные РНК, участвующие в этом синтезе. Сколько урацилов входит в состав антикодонов?
4. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?
5. Определите массу гена и его длину.

## 5.2. Моделирование синтеза ДНК

**Задача 1.** Одна из цепей белка инсулина имеет следующую последовательность аминокислот:

вал-асп-глю-гис-лей-лиз-мет-арг...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?
2. Сколько урациловых нуклеотидов входит в состав данного участка иРНК?
3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов т-РНК участвует в синтезе белка?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько разных нуклеотидов в ней?

5. Постройте некодирующую цепочку ДНК. Определите процентный состав азотистых оснований соответствующей двухцепочечной ДНК.

**Задача 2.** В цепи А инсулина свиней в конце полипептидной цепи содержатся следующие аминокислоты:

цис-сер-лей-тир-глю-лей-глю-асп...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько цитозиновых нуклеотидов входит в состав данного участка и-РНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько нуклеотидов тимина в ней?

5. Какое суммарное количество водородных связей, которые образуются между комплементарными основаниями участка молекулы ДНК, имеет ген? и какова его длина?

**Задача 3.** В первичной структуре А-цепи молекулы инсулина овец следующее чередование аминокислот:

гли-изо-цис-цис-ала-гли-вал-вал...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько нуклеотидов гуанина входит в состав данного участка и-РНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов т-РНК участвует в синтезе белка?

4. Определите структуру участка ДНК, кодирующего данный участок инсулина. Сколько всего нуклеотидов в фрагменте двухцепочечной ДНК?

5. Какова масса и длина гена, кодирующего данную молекулу инсулина?

**Задача 4.** В цепи В инсулина свиней в начале полипептидной цепи содержатся следующие аминокислоты:

сер-цис- сер-лей-тир-ала-лей-глю...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько урациловых нуклеотидов она содержит?

2. Сколько кодонов участвует в синтезе белка?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько адениновых нуклеотидов в ней?

5. Определите последовательность нуклеотидов в обеих цепях фрагмента ДНК. Сколько всего нуклеотидов в данном фрагменте ДНК и какова его длина?

**Задача 5.** В первичной структуре А-цепи молекулы инсулина овец следующее чередование аминокислот:

цис-сер-изо-тре-цис-ала-гли-арг-вал...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько урациловых нуклеотидов входит в состав данного участка и-РНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов т-РНК участвует в синтезе белка?

4. Определите структуру участка ДНК, кодирующего данный участок инсулина. Сколько всего пар нуклеотидов на соответствующем участке гена?

5. Какова длина участка ДНК, кодирующего данный участок инсулина?

**Задача 6.** В цепи А инсулина свиней в конце полипептидной цепи содержатся следующие аминокислоты:

арг-мет-цис-сер-лей-тир-арг-лей-тре...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, входит в состав данного участка и-РНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько разных нуклеотидов в ней?

5. Сколько нуклеотидов в гене и какова его масса?

**Задача 7.** В первичной структуре цепи молекулы гемоглобина рыб следующее чередование аминокислот:

изо-сер-тре-лиз-цис-гли-арг-вал...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь гемоглобина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько гуаниновых нуклеотидов входит в состав данного участка и-РНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов т-РНК участвует в синтезе данного белка?

4. Определите последовательность нуклеотидов в обеих цепях фрагмента ДНК. Сколько всего нуклеотидов в данном фрагменте ДНК?

5. Какова длина участка молекулы ДНК и его масса?

**Задача 8.** В средней части полипептидной цепи молекулы рибонуклеазы поджелудочной железы следующее чередование аминокислот:

гли-мет-изо-цис-ала-гли-фен-глу...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь полипептида. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько цитозиновых нуклеотидов входит в состав данного участка и-РНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов т-РНК участвует в синтезе белка?

4. Определите последовательность нуклеотидов в обеих цепях фрагмента ДНК. Сколько пар нуклеотидов в данном фрагменте ДНК?

5. Какое суммарное количество водородных связей, которые образуются между комплементарными основаниями участка молекулы ДНК, имеет ген?

**Задача 9.** В первичной структуре цепи молекулы инсулина рыб следующее чередование аминокислот:

вал-изо-тре-лиз-цис-глун-арг-аспн...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь инсулина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько урациловых нуклеотидов входит в состав данного участка и-РНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов т-РНК участвует в синтезе данного белка?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, в ней?

5. Постройте неcodирующую цепочку ДНК. Сколько всего пар нуклеотидов имеет фрагмент двухцепочечной ДНК?

**Задача 10.** Цитохром С для многих видов сельскохозяйственных животных (комплекс дыхательной цепи) имеет следующие аминокислоты:

аспн-про-лиз-лей-тир-изо-про-гли-тре-лиз...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь цитохрома С. Сколько нуклеотидов содержит и-РНК?

2. Сколько урациловых нуклеотидов входит в состав данного участка и-РНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок инсулина. Сколько тиминовых нуклеотидов в ней?

5. Сколько нуклеотидов в гене, кодирующем данный фрагмент цитохрома С, и какова его масса?

**Задача 11.** Адренотропный гормон человека (гормон передней доли гипофиза) начинается со следующих аминокислот:

сер-тир-сер-мет-глу-гис-фен-арг-тре-гли...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь гормона. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько адениновых нуклеотидов входит в состав данного участка и-РНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько разных типов т-РНК участвует в синтезе белка?

4. Определите процентный состав азотистых оснований двухцепочечной ДНК.

5. Какова длина фрагмента ДНК, кодирующего участок данного белка?

**Задача 12.** Молекула гемоглобина человека состоит из 600 аминокислот. У здоровых людей имеется нормальный гемоглобин А, включающий следующую последовательность аминокислот:

гис-вал-лей-лей-тре-про-глу-глу-лиз...

1. Постройте участок и-РНК, кодирующий данную цепь гемоглобина. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Сколько урациловых нуклеотидов входит в состав данного участка и-РНК?

3. Выпишите транспортные РНК, участвующие в данном синтезе. Сколько антикодонов принимает в ней участие?

4. Выпишите основную цепочку нуклеотидов ДНК, кодирующих данный участок гемоглобина. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, в ней?

5. Постройте неcodирующую цепочку ДНК. Какое суммарное количество водородных связей, которые образуются между комплементарными основаниями участка молекулы ДНК, имеет ген?

### 5.3. Количественная оценка гена и белка

**Задача 1.** Молекула и-РНК, содержащая информацию о ферментном белке, была синтезирована на основе кодирующей цепи гена, которая состояла из 840 нуклеотидов и включала три интрона по 120, 50, 70 нуклеотидов соответственно. Определите количество аминокислот в белке, синтезированном на основе данной и-РНК.

**Задача 2.** Молекула ферментного белка, состоящая из 120 аминокислот, была синтезирована на основе гена, кодирующая цепь которого состояла из 870 нуклеотидов и включала два интрона, различающихся по количеству нуклеотидов в два раза. Определите количество нуклеотидов в более коротком интроне.

**Задача 3.** Молекула структурного белка, состоящая из 150 аминокислот, была синтезирована на основе гена, кодирующая цепь которого включала два интрона по 65 нуклеотидов в каждом. Определите количество нуклеотидов в кодирующей цепи данного гена.

**Задача 4.** Молекула и-РНК, содержащая информацию о ферментном белке, была синтезирована на основе кодирующей цепи гена, которая состояла из 880 нуклеотидов и включала три экзона по 70, 80, 180 нуклеотидов соответственно. Определите количество аминокислот в белке, синтезированном на основе данной и-РНК.

**Задача 5.** Молекула и-РНК, содержащая информацию о ферментном белке, была синтезирована на основе кодирующей цепи гена, которая состояла из 790 нуклеотидов и включала три интрона по 100, 40,

50 нуклеотидов соответственно. Определите количество аминокислот в белке, синтезированном на основе данной и-РНК.

**Задача 6.** Молекула и-РНК, содержащая информацию о ферментном белке, была синтезирована на основе кодирующей цепи гена, которая состояла из 900 нуклеотидов и включала три экзона по 40, 80, 120 нуклеотидов соответственно. Определите количество аминокислот в белке, синтезированном на основе данной и-РНК.

**Задача 7.** Определите число нуклеотидов в и-РНК, синтезирующей Е-цепь инсулина, которая состоит из 34 аминокислотных остатков.

**Задача 8.** Сколько аминокислот кодируется участком и-РНК, состоящим из 210 нуклеотидов?

**Задача 9.** Ген рибонуклеазы поджелудочной железы содержит в кодирующем участке ДНК 420 нуклеотидов. Укажите количество аминокислот, входящих в этот белок.

**Задача 10.** Молекула инсулина состоит из 51 аминокислотного участка. Сколько нуклеотидов несет участок ДНК, кодирующий данный белок?

**Задача 11.** Какую длину имеет участок молекулы ДНК, кодирующий участок полипептида, содержащего 20 аминокислот?

**Задача 12.** Белок состоит из 158 аминокислотных остатков. Какую длину имеет определяющий его ген?

**Задача 13.** Альфа-цепь молекулы гемоглобина содержит 141 аминокислоту. Какое количество нуклеотидов в и-РНК кодирует эту полипептидную цепь?

**Задача 14.** Рассчитайте относительную молекулярную массу гена (двух цепей ДНК), если известно, что в одной цепи запрограммирован белок с относительной молекулярной массой 1500.

**Задача 15.** Исследования показали, что 27 % общего числа азотистых оснований и-РНК приходится на гуанин, 15 % – на урацил, 18 % – на цитозин и 40 % – на аденин. Определите процентный состав азотистых оснований двухцепочечной ДНК, на основе которой была синтезирована указанная и-РНК.

**Задача 16.** В ходе исследования было установлено, что 34 % общего числа нуклеотидов и-РНК приходится на гуанин, 18 % – на урацил, 28 % – на цитозин и 20 % – на аденин. Определите процентный состав азотистых оснований двухцепочечной ДНК, на одной из цепей которой была синтезирована проанализированная и-РНК.

**Задача 17.** Сколько аминокислот содержится в белке, если во фрагменте молекулы ДНК, в которой зашифрована информация об

этом белке, содержится 100 адениловых и 200 гуаниловых нуклеотидов?

**Задача 18.** Сколько кодонов содержит участок кодирующей цепи ДНК со следующей последовательностью нуклеотидов:

ААТГГЦЦАТГЦТТАТЦГГАГЦЦА

*Сколько аминокислот будет в белке, кодируемом этим фрагментом гена?*

**Задача 19.** Пользуясь таблицей генетического кода, определите, какие аминокислоты кодируются триплетами ЦАТ, ТТТ, ГАТ. Какими триплетами в ДНК закодированы аминокислоты валин, фенилаланин, триптофан?

**Задача 20.** Участок молекулы белка включает следующие аминокислоты: -лей-вал-лиз-алан-. Какова масса участка одной цепи гена, кодирующей данный белок, если масса одного нуклеотида равна 350?

**Задача 21.** Относительная молекулярная масса белка равна 40 000, масса одного нуклеотида 350, длина одного нуклеотида 0,34 нм, масса одной аминокислоты 100. Определить массу цепи гена, кодирующей этот белок.

**Задача 22.** Считая, что средняя относительная молекулярная масса аминокислоты около 110, а нуклеотида – 300, определите, что тяжелее – белок или кодирующий его ген? Во сколько раз?

**Задача 23.** В ДНК содержится информация о 150 аминокислотах, тимидиловых нуклеотидов в ней в 1,5 раза больше, чем гуаниловых. Определить, сколько нуклеотидов (по отдельности) содержится в ДНК и какова ее длина.

**Задача 24.** Известно, что фрагмент кодирующей цепи гена бактерии содержит 30 % гуаниловых, 25 % адениловых, 45 % цитидиловых нуклеотидов, а его длина составляет 122,4 нм. Определить, сколько аминокислот будет содержаться во фрагменте молекулы белка, кодируемого этим геном? Сколько нуклеотидов каждого вида содержится на участке ДНК, в котором расположен данный ген?

**Задача 25.** Фрагмент ДНК собаки содержит 600 тимидиловых нуклеотидов. Определить количество аминокислот в белковой молекуле, если экзоны составляют 10 % всех нуклеотидов кодирующей цепи гена, а количество гуаниловых нуклеотидов в этом фрагменте ДНК равняется 35 %.

**Задача 26.** Фрагмент кодирующей цепи гена мыши содержит 1800 нуклеотидов. Из них 600 приходятся на интроны. Кодирующая

часть (экзоны) данного фрагмента 14 гена содержат 300 адениловых, 200 тимидиловых, 100 гуаниловых нуклеотидов.

*Определите:*

- 1) длину данного фрагмента ДНК;
- 2) количество кодонов в зрелой и-РНК;
- 3) процентное содержание нуклеотидов каждого вида в зрелой и-РНК;
- 4) количество аминокислот в соответствующем фрагменте молекулы белка.

## 5.4. Моделирование генных мутаций

### Задачи

**Задача 1.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5'/Ц-Ц-А-А-Г-Ц-Г-Т-Г-Ц-Ц-Г-Ц-Т-Г-Ц-Ц-А-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько всего нуклеотидов, будет в гене?
2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, будет в ней?
3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот содержит данный полипептид?
4. Определите, как изменится состав аминокислот, если под влиянием ионизирующей радиации выбит 12-й нуклеотид? Укажите номера измененных аминокислот.

**Задача 2.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' -А-Г-Т-Ц-Ц-Г-Т-А-Т-Т-Т-Ц-Г-Г-Т-Ц-Ц-А-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько пар нуклеотидов, будет в гене?
2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, будет в ней?
3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько молекул изолейцина будет в ней?

4. Определите, как изменится состав аминокислот, если под влиянием ионизирующей радиации выбит 15-й нуклеотид? Укажите номера измененных аминокислот.

**Задача 3.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' Г-А-Ц-Ц-А-Т-Т-Ц-А-Т-Ц-Т-А-Т-Т-А-Ц-Г-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько всего нуклеотидов содержится в ней?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько молекул серина будет в ней?

4. Определите, как изменится состав аминокислот, если под влиянием ионизирующей радиации выбит 12-й и 16-й нуклеотид? Укажите номера измененных аминокислот.

**Задача 4.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' А-А-Г-Т-Ц-Г-Т-А-Т-Ц-Т-Т-Ц-А-Ц-Ц-Г-А-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Какова молекулярная масса полипептида?

4. Определите, как изменится состав аминокислот, если под влиянием ионизирующей радиации выбит последний триплет? Как называется такой тип мутации.

**Задача 5.** В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 18 мономеров, которые расположены в следующей последовательности:

5'Т-Ц-А-Г-Ц-Ц-Г-Т-А-Т-Ц-Т-Г-Т-Ц-Ц-Ц-Ц-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов она содержит?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Под влиянием ионизирующего излучения произошла вставка нуклеотидов Ц-Ц-А в положении между 12-м и 13-м нуклеотидами молекулы ДНК. Как изменится полипептидная цепочка (укажите номера аминокислот)?

**Задача 6.** В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 18 мономеров, которые расположены в следующей последовательности:

5'-Г-Г-Ц-Ц-А-Т-А-Г-Г-Ц-Т-А-А-Т-А-А-А-Ц-

1. Постройте комплементарную цепочку данной молекулы ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих тимин, будет в двухцепочечной ДНК?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих гуанин, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

4. Под влиянием ионизирующего излучения произошла вставка нуклеотидов Ц-Г-А в положении между 6-м и 7-м нуклеотидами молекулы ДНК. Как изменится полипептидная цепочка (указать номера аминокислот)?

**Задача 7.** Некодирующий участок цепи ДНК имеет следующее строение:

3' Г-А-А-А-Г-Ц-А-Т-Г-Ц-Ц-А-Г-Г-Ц-Ц-А-Ц-

1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько пар нуклеотидов в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

4. Под влиянием ионизирующего излучения произошла вставка нуклеотидов А-Г-А в положении между 3-м и 4-м нуклеотидами молекулы ДНК, то как изменится полипептидная цепочка (указать номера аминокислот)?

**Задача 8.** Некодирующий участок цепи ДНК имеет следующее строение:

3' Г-А-А-Т-Г-Г-А-Т-Ц-Ц-А-Г-Г-Ц-Ц-А-Г-А-

1. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько пар нуклеотидов в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

4. Определите, как изменится состав аминокислот, если под влиянием ионизирующей радиации выбиты 6-й и 15-й нуклеотиды? Укажите номера измененных аминокислот. Как называется такой тип мутации?

**Задача 9.** В лаборатории исследовали участок одной из цепей молекулы ДНК. Оказалось, что он состоит из 21 мономера, которые расположены в следующей последовательности:

5' А-А-Ц-А-Г-Г-Ц-Ц-Г-Т-А-Т-Ц-Т-Г-Ц-Ц-Ц-А-Т-

1. Постройте не кодирующую цепочку данной молекулы. Сколько нуклеотидов, содержащих тимин, содержится в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько кодонов участвовало в синтезе?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько аминокислот она содержит?

4. Под влиянием ионизирующего излучения произошел обмен информацией между между 12-м и 15-м нуклеотидами молекулы ДНК. Как изменится полипептидная цепочка? Как называется такой тип мутации?

**Задача 10.** Молекула гемоглобина у человека состоит из 600 аминокислот. У здоровых людей имеется нормальный гемоглобин А (HbA), при серповидноклеточной анемии – S (HbS), при другом заболевании крови – C (HbC). Люди с разными типами гемоглобина имеют различия в аминокислотном расположении в некоторых участках цепи.

Гемоглобин А: гис-вал-лей-лей-тре-про-глу-глу-лиз-...

Гемоглобин S: гис-вал-лей-лей-тре-про-вал-глу-лиз-...

1. Укажите, в каком положении цепи аминокислот произошла замена.

2. Укажите последовательность нуклеотидов в нормальной цепи и-РНК HbA (использовать первый кодон кода).

3. Укажите последовательность нуклеотидов и-РНК при серповидноклеточной анемии (использовать первый кодон кода).

4. В каком участке цепи и-РНК произошла замена?

5. Выпишите основные цепочки нуклеотидов ДНК, кодирующих молекулы HbA и HbS. Укажите, в каких участках произошли замены нуклеотидов в ДНК HbA и HbS.

**Задача 11.** Участок цепи белка вируса табачной мозаики состоит из следующих аминокислот:

сер-гли-сер-иле-тре-про-сер....

1. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих цитозин, будет в ней?

2. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

4. В результате воздействия на и-РНК азотистой кислоты цитозин РНК превращается в гуанин. Определите изменения в строении белка вируса после воздействия на и-РНК азотистой кислотой.

**Задача 12.** Фрагмент кодогенной цепи ДНК в норме имеет следующий порядок нуклеотидов:

5' AAA АЦЦ AAA АТА ЦТТ АТА ЦАА

1. Постройте неcodирующую цепочку данной молекулы. Сколько нуклеотидов, содержащих тимин, содержится в гене?

2. Какое суммарное количество водородных связей, которые образуются между комплементарными основаниями участка молекулы ДНК, имеет ген?

3. Во время репликации четвертый аденин и пятый цитозин слева выпали из цепи. Определите структуру полипептидной цепи, кодируемой данным участком ДНК, в норме и после выпадения нуклеотидов.

4. Как называется такой тип мутации.

**Задача 13.** Участок ДНК, кодирующий полипептид, имеет в норме следующий порядок нуклеотидов:

5' AAAAЦЦААААТАЦТТАТАЦАА 3'.

1. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин, будет в ней?

2. Сколько кодонов участвовало в синтезе белка?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

4. Во время репликации триплет АЦЦ выпал из цепи. Определите, как изменится структура полипептидной цепи, кодируемая данным участком ДНК. Как называется такой тип мутаций?

**Задача 14.** Участок ДНК, кодирующий полипептид, имеет в норме следующий порядок нуклеотидов:

5' АААЦАААГААЦАААА 3',

1. Постройте неcodирующую цепочку данной молекулы. Сколько всегонуклеотидов содержит в ген?

2. Какое суммарное количество водородных связей, которые образуются между комплементарными основаниями участка молекулы ДНК, имеет ген?

3. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих цитозин, будет в ней?

4. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько всего аминокислот она содержит?

5. Какие изменения произойдут в строении белка, если в кодирующем его участке ДНК: между 10-м и 11-м нуклеотидами включить цитозин, между 13-м и 14-м – тимин, а на конце добавить еще один аденин?

**Задача 15.** Четвертый пептид в нормальном гемоглобине (гемоглобин А) состоит из следующих аминокислот:

вал-гис-лей-тре-про-глу-глу-лиз...

У больного с симптомом *спленомегалии* при умеренной анемии обнаружен следующий состав четвертого пептида:

вал-гис-лей-тре-про-лиз-глу-лиз...

Какие изменения произошли в структуре молекулы ДНК, кодирующей четвертый пептид гемоглобина, после мутации?

**Задача 16.** Участок гена, кодирующий полипептид, имеет в норме следующий порядок оснований:

5' ААГЦААЦЦАТТАГТААТГ 3'

1. Постройте неcodирующую цепочку данной молекулы. Сколько нуклеотидов, содержащих тимин, содержится в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих цитозин, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

4. Какие изменения произойдут в белке, если во время репликации в шестом кодоне появилась вставка У между вторым и третьим нуклеотидами?

**Задача 17.** В нуклеотидной последовательности молекулы ДНК следующую последовательность:

5' AAAGTTAAACTTGAAAGGC 3'

1. Постройте неcodирующую цепочку данной молекулы. Сколько нуклеотидов, содержащих цитозин, содержится в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих цитозин, будет в ней?

3. Сколько кодонов участвовало в синтезе белка?

4. Происходит выпадение 5-го и 9-го нуклеотидов ДНК. Определите тип мутационного повреждения и структуру белка в норме и в результате возникших мутаций.

**Задача 18.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' Ц-Ц-А-А-Г-Ц-Г-Т-Г-Ц-Ц-Г-Ц-Т-Г-Ц-Ц-А-

1. Постройте неcodирующую цепочку данной молекулы. Сколько нуклеотидов, содержащих тимин, содержится в гене?

2. Какое суммарное количество водородных связей, которые образуются между комплементарными основаниями участка молекулы ДНК, имеет ген?

3. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих цитозин, будет в ней?

4. Определите как изменится строение участка ДНК при добавлении в 3-м триplete аденина?

**Задача 19.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' -А-Г-Т-Ц-Ц-Г-Т-А-Т-Т-Ц-Г-Г-Т-Ц-Ц-А-

1. Постройте неcodирующую цепочку данной молекулы. Сколько пар нуклеотидов в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих гуанин, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Какова масса белка?

4. Определите, как изменится строение участка ДНК при удвоении 5-го нуклеотида? Как называется такой тип мутаций?

**Задача 20.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' А-А-Ц-Ц-А-Г-Т-Ц-А-Т-А-Т-А-Г-Т-А-Ц-Г-

1. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько всего нуклеотидов, будет в ней?

2. Сколько нуклеотидов, содержащих аденин имеет и-РНК?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

4. Определите, как изменится строение участка полипептида при замене в 3-м нуклеотиде цитозина на тимин?

**Задача 21.** Одна из цепочек молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов:

5' А-А-Г-Т-Ц-Г-Т-А-Т-Ц-Т-Т-Ц-А-Ц-Ц-Г-А-

1. Постройте неcodирующий участок цепи ДНК. Сколько разных пар нуклеотидов будет в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих урацил, будет в ней?

3. Постройте полипептидную цепь, кодируемую данной ДНК. Сколько разных аминокислот она содержит?

4. Определите как изменится строение участка полипептида при выпадении во 2-м триплете тими́на?

**Задача 22.** Некодировующий участок цепи ДНК имеет следующее строение:

3' Г-А-А-Т-Г-Г-А-Т-Ц-Ц-А-Г-Г-Ц-Ц-А-Г-А-

1. Постройте кодировующий участок цепи ДНК. Сколько нуклеотидов содержащих аденин, будет в гене?

2. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов, содержащих гуанин, будет в ней?

3. Сколько кодонов участвовало в синтезе белка?

4. Определите, как изменится строение участка полипептида при замене триплета АГА на триплет ГТТ?

**Задача 23.** Белковая цепочка состоит из следующих аминокислот:

глу-вал-гли-сер-ала-иле-тре-про....

1. Постройте и-РНК на данной цепочке ДНК. Сколько нуклеотидов будет в ней?
2. Постройте кодирующий участок цепи ДНК. Сколько нуклеотидов содержащих тимин, будет в ней?
3. В результате воздействия на и-РНК азотистой кислоты произошло удвоение шестого нуклеотида. Определите изменения в строении белка.
4. Как называется такой тип мутаций?

## 6. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИИ

### 6.1. Закон Харди-Вайнберга

#### Задачи

**Задача 1.** У крупного рогатого скота черно-пестрая окраска доминирует над сплошной. В популяции беспородного скота, насчитывающей 900 голов, 780 животных имели черно-пеструю масть и 320 – сплошную черную.

*Определить:*

1. Какой процент составляют животные с рецессивным признаком?
2. Какова частота рецессивного аллеля?
3. Какова частота доминантного аллеля?
4. Сколько животных были носителями рецессивного аллеля?
5. Какова частота доминантных гомозигот?

**Задача 2.** В стаде шиншилловых кроликов, насчитывающем 600 животных, выщепляется 4 % альбиносов.

*Определить:*

1. Какова частота рецессивного гена в данной популяции?
2. Какова частота доминантного гена?
3. Какой процент составляют доминантные гомозиготы в популяции?
4. Сколько кроликов в данной популяции являются носителями рецессивного гена?
5. Каким будет количество гетерозигот, если альбиносы составляют 10 %?

**Задача 3.** У собак нормальная длина ног является рецессивной по отношению к коротконогости. В популяции беспородных собак было найдено 248 коротконогих животных и 50 – с нормальными ногами.

*Определить:*

1. Какой процент составляют рецессивные гомозиготы?
2. Какова частота рецессивного аллеля в данной популяции?
3. Какова частота доминантного аллеля в данной популяции?
4. Какой процент составляют доминантные гомозиготы?
5. Какой процент в данной популяции составляют гетерозиготные животные?

**Задача 4.** В свободно размножающейся популяции доля особей *AA* равна 0,81. Определить:

1. Какова частота рецессивного аллеля?
2. Какова частота доминантного аллеля?
3. Какой процент составляют гетерозиготы?
4. Какова частота рецессивных гомозиготных особей?
5. Какой процент составляют доминантные гомозиготы?

**Задача 5.** У крупного рогатого скота наблюдается наследственное заболевание – контрактура мышц, при котором конечности только что родившегося теленка согнуты в суставах и лишены подвижности. На одной из ферм из 376 родившихся телят было 9 телят с контрактурой.

*Определить:*

1. Какой процент в данной панмиктической популяции составляют рецессивные гомозиготы?
2. Какова частота рецессивного гена?
3. Какова частота доминантного гена?
4. Какой процент в данной популяции составляют доминантные гомозиготы?
5. Какой процент составляют животные – носители данного сублетального гена, которые сами при этом являются нормальными?

**Задача 6.** У крупного рогатого скота гидроцефалия (водянка головного мозга) приводит к смерти на 2–3-й день жизни. Заболевание обусловлено действием аутосомного рецессивного гена. На одной из ферм из 960 родившихся телят 12 погибли от гидроцефалии.

1. Какова частота рецессивного аллеля?
2. Какова частота доминантного аллеля?
3. Сколько животных являлись носителями аномального гена?
4. Какова частота доминантных гомозигот в данной популяции?

5. Какова частота гетерозиготных особей?

**Задача 7.** Доля особей *AA* в панмиктической популяции равна 0,25.

*Определить:*

1. Какова частота рецессивного аллеля в данной популяции?

2. Какова частота доминантного аллеля?

3. Какова частота рецессивных гомозигот?

4. Какова частота доминантных гомозигот?

5. Какой процент составляют гетерозиготные особи в другой популяции, если доля особей *aa* равна 0,16?

**Задача 8.** В стаде шиншилловых кроликов, насчитывающем 500 животных, в нем выщепляется примерно 4 % альбиносов.

1. Какова частота рецессивного аллеля в популяции?

2. Какова частота доминантного гена в популяции?

3. Сколько гетерозиготных особей в данной популяции?

4. Какова частота доминантных гомозигот в данной популяции?

5. Каким будет количество гетерозигот, если альбиносов 10 %?

**Задача 9.** В популяции лис, насчитывающей 880 животных, обнаружено 19 % платиновых мертвых, остальные – сиводушки.

*Определить:*

1. Какова частота доминантного гена в популяции?

2. Какова частота рецессивного аллеля в популяции?

3. Какой процент в популяции составляют платиновые особи?

4. Каков процент гетерозиготных особей в популяции?

5. Сколько сиводушек в данной популяции?

**Задача 10.** У каракульских овец доминантный ген *ширази*, обуславливающий серую окраску меха, в гомозиготном состоянии летален. Рecessивный ген обуславливает черную окраску меха – *араби*. При обследовании отары каракульских овец установлено, что 214 животных имеют черную, а 576 – серую окраску меха.

*Определить частоту аллелей, структуру популяции и количество гетерозигот.*

**Задача 11.** У человека положительный резус-фактор доминирует над отрицательным и наследуется моногенно. В обследованной по данному признаку популяции людей, насчитывающей 2000 человек, 32 человека были резус-отрицательными.

*Определить:*

1. Какова частота рецессивного аллеля?

2. Какова частота доминантного гена?

3. Какова частота рецессивных гомозигот?

4. Какой процент людей составляют носители рецессивного гена?

5. Сколько доминантных гомозигот в данной популяции?

**Задача 12.** У человека альбинизм обусловлен рецессивным аллелем, нормальная пигментация – доминантным. В обследованной по данному признаку популяции людей среди 25000 человек обнаружено 500 альбиносов.

*Определить:*

1. Какой процент составляют рецессивные гомозиготы по данному признаку?

2. Какова частота рецессивного аллеля?

3. Какова частота доминантного аллеля?

4. Каков процент людей, гетерозиготных по этим аллелям?

5. Сколько людей гетерозиготны по данному аллелю?

**Задача 13.** У человека ген **Rh+** доминантен по отношению к гену **rh-**. В обследовании по данному показателю популяции 91 % людей был резус-положительным.

*Определить:*

1. Какова частота рецессивного гена?

2. Какова частота доминантного гена?

3. Какой процент составляют доминантные гомозиготы?

4. Какова частота гетерозиготных носителей по резус-отрицательному гену?

5. Какой процент людей гетерозиготных по этим аллелям?

**Задача 14.** У крупного рогатого скота породы *шортгорн* генотип **RR** имеет красную масть, **Rr** – чалую, **rr** – белую. В этой породе было зарегистрировано 4169 красных животных, 3780 чалых и 756 белых.

*Определить:*

1. Какой процент в популяции составят рецессивные гомозиготы?

2. Какова частота рецессивного аллеля?

3. Какова частота доминантного аллеля?

4. Какой процент в данной популяции составят гетерозиготные особи?

**Задача 15.** Трансферрины – белки, переносящие железо в организме. У большинства видов рыб трансферриновый локус **Tf** имеет два и более аллеля, которые наследуются по типу кодоминирования. При обследовании трески в районах Норвегии были обнаружены следующие типы **Tf**: **AA** – 27, **CC** – 1409, **AC** – 373.

*Определить:*

1. Какой процент в данной популяции составляют особи с генотипом **AA**?

2. Какова частота генотипа **Tf AA**?

3. Какова частота аллеля **Tf A**?

4. Какова частота аллеля **Tf C**?

5. Какова частота гетерозиготного генотипа **AC**?

**Задача 16.** Среди  $\beta$ -глобулинов сыворотки крови важную роль играют *трансферрины*, необходимые для построения молекулы гемоглобина. У большинства видов рыб трансферриновый локус **Tf** имеет два и более аллеля, которые наследуются по типу кодоминирования. При обследовании лососей были обнаружены следующие типы **Tf**: **AA** – 1, **AC** – 14 и **CC** – 97.

1. Какой процент рыб в данной популяции составляют особи генотипа **CC**?

2. Какова частота генотипа **Tf AA**?

3. Какова частота аллеля **Tf A**?

4. Какова частота аллеля **Tf C**?

5. Какова частота гетерозиготного генотипа в популяции?

**Задача 17.** Популяция состоит из 60 % особей с генотипом **MM** и 40 % особей с генотипом **mm**.

1. Определите в долях единицы частоту генотипа **MM** в популяции.

2. Определите в долях единицы частоту гетерозиготного генотипа **Mm**.

3. Какова частота гена **M** в популяции?

4. Какова частота гена **m** в популяции?

5. Какая будет частота гена **m** в 4-м поколении при полной элиминации рецессивных гомозиготных особей?

**Задача 18.** У крупного рогатого скота костромской породы наиболее часто регистрируется рецессивная аномалия – *укорочение нижней челюсти*. Из 115 учтенных животных у 6 установлено укорочение нижней челюсти. Определить:

1. Какова частота встречаемости генотипа укороченной нижней челюсти в породе?

2. Какова частота гена, отвечающего за укороченную челюсть?

3. Какова частота встречаемости гетерозиготного генотипа в породе?

4. Сколько животных являются носителями гена в гетерозиготном состоянии?

5. Какая будет частота рецессивного гена в 4-м поколении при полной элиминации рецессивных гомозиготных особей?

**Задача 19.** У крупного рогатого скота карликовость (ахондроплазия) обусловлена рецессивным аутосомным геном «а», а его аллель «А» контролирует нормальное развитие организма. В стаде черно-пестрого скота из 300 телят 27 были карликовыми.

1. Какова частота рецессивного аллеля?
2. Какова частота доминантного гена?
3. Какова частота рецессивных гомозигот?
4. Какой процент телят составляют носители рецессивного гена?
5. Сколько доминантных гомозигот в данной популяции?

**Задача 20.** Рассчитать частоту аллелей и структуру популяции при условии, что в стаде коров 540 имеют рецессивный признак рогатости и 960 – доминантный признак комолости.

1. Какой процент в популяции составят рецессивные гомозиготы?
2. Какова частота рецессивного аллеля?
3. Какова частота доминантного аллеля?
4. Какой процент в данной популяции составят гетерозиготные особи?
5. Какой процент гетерозиготных телят будет в 4-м поколении?
6. Сколько гетерозиготных свиней будет в следующем поколении?

**Задача 21.** В популяции 900 свиней, из которых 81 животное имеет рецессивный признак черно-пестрой масти, а остальные белые породы ландрас.

1. Какой процент составляют рецессивные гомозиготы по данному признаку?
2. Какова частота рецессивного аллеля?
3. Какова частота доминантного аллеля?
4. Каков процент свиней, гетерозиготных по этим аллелям?
5. Сколько гетерозиготных свиней будет в следующем поколении?

**Задача 22.** У лошади окраска шерсти контролируется следующей серией аллелей:

**В** – вороная масть,

**в** – рыжая,

**в'** – бурая.

В популяции 1000 лошадей, из которых с вороной мастью составляет 84 %, рыжей – 15 %, бурой – 1 %. Известно, что  $V > v > v'$ .

1. Какова частота рецессивного аллеля?
2. Какова частота доминантного аллеля?

3. Сколько в данной популяции будет доминантных гомозигот?

4. Сколько лошадей будут гетерозиготными?

5. Какая будет частота рецессивного гена в 5-м поколении?

**Задача 23.** Две популяции имеют следующие генетические частоты:

первая –  $0,36AA + 0,48Aa + 0,1aa = 1$ ;

вторая –  $0,49AA + 0,42Aa + 0,09aa = 1$ .

Определить:

1. Какова частота гена *a* в первой популяции?

2. Какова частота гена *A* в первой популяции?

3. Какова частота гена *a* во второй популяции?

4. Какова частота гена *A* во второй популяции?

5. Какое будет соотношение генотипов в каждой популяции в следующем поколении при условии панмиксии?

## 7. ИНБРИДИНГ И ГЕТЕРОЗИС

### 7.1. Инбридинг

#### Задачи

**Задача 1.** Составить родословную. При наличии инбридинга определить:

а) степень родственного скрещивания;

б) коэффициент инбридинга (по Райту).

М–Калина

О–Дуб

ММ–Зорька

ОО–Воин

МOM– Вербa

OOM, ООО, ОМО–Берег

ММО, МОО–Рябина

ОМ–Добрый

**Задача 2.** Составить родословную. При наличии инбридинга определить:

а) степень родственного скрещивания;

б) коэффициент инбридинга (по Райту).

М–Мудрая

О–Орел

ММ, МО–Береза

ОО–Светлый

МММ, ММО–Астра

ОММ, ОМО–Красавчик

МOM, МОО–Мирная

ОМ–Дружок

**Задача 3.** Составить родословную. При наличии инбридинга определить:

а) степень родственного скрещивания;

б) коэффициент инбридинга (по Райту).

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| М–Веселая           | О–Ветер        |
| ММ–Рябка            | ОО–Буран       |
| МММ, МОМ, ММО–Буряя | ООМ–Зубр       |
| МО–Белка            | ОММ, ООО–Вихрь |

**Задача 4.** Составить родословную на производителя стерляди. При наличии инбридинга определить:

- а) степень родственного скрещивания;
  - б) коэффициент инбридинга (по Райту).
- |              |                    |
|--------------|--------------------|
| М–1002       | О–3121             |
| ММ, МОМ–1212 | ОО–3556            |
| МММ–1018     | ООМ, ОМО, ООО–2727 |
| ОММ–2525     |                    |

**Задача 5.** Составить родословную на производителя осетра ленского. При наличии инбридинга определить:

- а) степень родственного скрещивания;
  - б) коэффициент инбридинга (по Райту).
- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| М–1655         | О–2065          |
| ММ–1832        | ОМ, ОО, ММ–2536 |
| МО–1572        | ОМО, ООО–2327   |
| МММ, МОМ, ММО, | ОМ–2412         |
| МОО–1065       |                 |

**Задача 6.** Составить родословную на производителя осетра русского. При наличии инбридинга определить:

- а) степень родственного скрещивания;
  - б) коэффициент инбридинга (по Райту).
- |                   |              |
|-------------------|--------------|
| М–1523            | О–2424       |
| ММ, МОМ, ММО–1212 | ОО–2012      |
| МММ–1853          | ОО, ООМ–2005 |
| МОО–1625          | ООО–2320     |

**Задача 7.** Составить родословную и определить коэффициент инбридинга (F), если известно, что у Березки и Бурана есть сын Вихрь.

Мать у матери Вихря – Зорька, а отец у Березки – Ветер 1.

Мать у Бурана – Чайка, а отец – Ветер.

Прабабушкой Вихря по Зорьке была Русалка, у которой отец – Фаворит, а мать – Весна. Отцом Зорьки был бык Буран 1, у которого мать – Вишня, а отец – Орел. У отца Березки мать – Чайка, родителями которой были Русалка 1 и Витязь. Прадедом Вихря по отцовской линии был бык Фараон, у которого мать – Весна, а отец – Буран 1. Пра-

бабушкой Вихря по отцовской линии была Весна. Родители Чайки – Русалка 1 и Витязь.

**Задача 8.** Составить родословную и определить коэффициент инбридинга ( $F_x$ ), если известно, что у Десятой и Слуцка есть сын Черный.

Мать у матери Черного – Зорька, а отец – Орел 1. Отцом Слуцка был Буран, а матерью – Находка.

Прадедушкой Черного по Бурану был Лист, у которого мать – Зорька, а отец – Дуб. Мать Бурана – Верная, у которой родители – Орел и Мышка. Дедушкой Слуцка по Находке был Буран 1, а бабушкой – Ночка. У Десятой по Орлу 1 бабушка – Нива, а дедушка – Дуб. Прадедушкой Черного по Зорьке был Ветер, у которого мать – Нива, а отец – Злой. Мать Зорьки – Смирная, а бабушка – Верная. Прадедушкой Черного по Ночке был Фаворит, а прабабушкой – Верная.

**Задача 9.** Составить родословную и определить коэффициент инбридинга ( $F_x$ ), если известно, что у Пеструхи и Карелича есть сын Копыль. Мать у отца Копыля – Ласточка 2, а отец Карелича – Ветер 1. Родителями матери Копыля были Роза и Орел 2.

Прабабушкой Копыля по Ласточке 2 была Русалка, у которой отец – Фаворит, а мать – Вишня. Отцом Ласточки 2 был бык Ветер, у которого мать – Весна, а отец – Орел. У отца Карелича мать – Пеструха 2, а отец – Вихрь.

Прадедом Копыля по Орлу 2 был бык Вирус, а прабабушкой – Вишня, у которой мать – Ласточка, а отец – Буран. Матерью Розы была Весна 1, у которой родители – Вихрь и Вишня. Дедушкой Розы по Шипу был Фаворит, а бабушкой – Калина. ММОО – Русалка, ОМОО – Беркут.

**Задача 10.** Составить родословную и определить коэффициент инбридинга ( $F_x$ ), если известно, что у Пеструхи и Копыля есть сын Берег. Мать у матери Берега – Калина, а отец – Фермер. Родителями Копыля были Зима и Фараон.

Прабабушкой Берега по Фермеру была Веселая, у которой отец – Вихрь. Отцом Калины был бык Бурьян, у которого мать – Весна, а отец – Ветер. Дедом Копыля по материнской линии был Бурьян 1, а бабушкой – Слива 1.

Прадедушкой Берега по Фараону был Ветер, у которого мать – Слива, а отец – Вихрь. Бабушкой и дедушкой Фараона по Сливе были Верная и Вихрь.

**Задача 11.** Составить родословную и определить коэффициент инбридинга ( $F_x$ ), если известно, что родителями Карелича были Садовая и Веселый.

Мать у отца Карелича – Десятая 50 , а отец – Шип. Бабушкой Карелича по материнской линии была Тайга, а дедушкой – Орел.

Известно, что родителями Гвоздики по Тайге были Шар и Ласточка. Отцом Тайги и Орла был Буран. У матери Веселого мать – Гвоздика 1, родителями у которой были Буран и Русалка. Дедом Веселого по Десятой 50 был Ветер, у которого мать – Весна, а отец – Шип. Прадедушкой Карелича по Шипу была Ласточка, а прабабушкой – Чайка.

ММОО – Гвоздика, а ОМОО – Пилот.

**Задача 12.** Составить родословную и определить коэффициент инбридинга, если известно, что Былина – дочь Березки и Ветра. Мать у отца Былины – Звезда, а отец у Ветра – Дуб. Отец у березки – Хороший, а мать – Калина.

Бабушкой Березки по Калине была Слава, а дедушкой – Дуб. Отцом Хорошего был Ветер 1, у которого мать – Звезда, а отец – Мороз. Матерью Хорошего была Буря, у которой мать – Калина, а отец – Фермер.

Прабабушкой Былины по Звезде была Мышка, у которой отец – Дуб, а мать – Зим 1. Отцом Звезды был Буран, у которого мать – Веселая, а отец – Мороз 3.

Бабушкой Ветра по Дубу была Зима, а дедушкой – Вихрь, у которого мать – Калина 1, а отец – Веселый.

**Задача 13.** Составить родословную и определить коэффициент инбридинга, если известно, что у Ласточки и Ласточа есть сын Веселый. Отец у матери Веселого – Слуцк, а мать – Ласточка 1. Родителями Ласточки были корова Ноя и бык Чалый. Прадедушкой Веселого по Ласточке 1 был Шип, у которого мать – Ноя, а отец – Слуцк. Матерью Ласточки 1 была Роза. У отца Ласточки мать – Ласточка 3, а отец – Тайфун, у которого родители – Копыль и Пеструха. Прадедами Веселого по Ласточу были Слуцк и Орел, а прабабушками – Русалка и Пеструха. Родителями Пеструхи были Шип и Ноя.

МООО – Русалка, а ОООО – Слуцк.

## 7.2. Гетерозис

### Задачи

**Задача 1.** Определить гипотетический и истинный гетерозис по яйценоскости и массе яиц у кур двух линий и их помесей.

| Линия          | Яйценоскость, шт. | Масса яиц, г |
|----------------|-------------------|--------------|
| М-21           | 251               | 53           |
| М-31           | 260               | 54           |
| F <sub>1</sub> | 293               | 57           |

**Задача 2.** Скрещивали лошадей двух пород: казахская × советский тяжеловоз. Помеси имели предубойную массу 199 кг, а в возрасте 1 мес – 86 кг. У родителей масса на конец периода выращивания составила:

казахская – 178 кг;  
советский тяжеловоз – 189 кг.

Чистопородные сверстницы имели следующие показатели.

| Порода                 | В возрасте 1 мес, кг | Живая масса в 6 мес, кг |
|------------------------|----------------------|-------------------------|
| Казахская              | 84                   | 175                     |
| Советский<br>тяжеловоз | 89                   | 192                     |

*Рассчитать гипотетический и истинный гетерозис.*

*Рассчитать эффект гетерозиса.*

**Задача 3.** Оценить мясную продуктивность жеребят.

| Порода         | Предубойная живая масса, кг |
|----------------|-----------------------------|
| Казахская      | 185                         |
| Якутская       | 172                         |
| F <sub>1</sub> | 193                         |

*Рассчитать гипотетический и истинный гетерозис.*

**Задача 4.** Оценить мясную и шубную продуктивность чистопородных и помесных баранчиков в возрасте 8,5 мес.

| Порода            | Предубойная масса, кг | Площадь овчины, $\text{дм}^2$ |
|-------------------|-----------------------|-------------------------------|
| <i>Ромни-марш</i> | 44,8                  | 84,7                          |
| <i>Линкольн</i>   | 39,8                  | 78,3                          |
| $F_1$             | 48,7                  | 89,2                          |

*Рассчитать гипотетический и истинный гетерозис.*

**Задача 5.** Свины породы ландрас в месячном возрасте имели живую массу 28 кг, а в возрасте 12 месяцев – 177 кг. Свинки крупной белой породы имели в 12 месяцев живую массу 163 кг, в начале периода выращивания – 34 кг. Помеси  $F_1$ , полученные от скрещивания животных этих пород, имели живую массу на начало периода выращивания 42 кг, в конце периода – 186 кг.

*Рассчитать гипотетический и истинный гетерозис.*

**Задача 6.** Свины породы ландрас в месячном возрасте имели живую массу 28 кг, а в возрасте 12 месяцев – 177 кг. Свинки крупной белой породы имели в 12 месяцев живую массу 163 кг, в начале периода выращивания – 34 кг. Помеси  $F_1$ , полученные от скрещивания животных этих пород, имели живую массу на начало периода выращивания 52 кг, в конце периода – 210 кг.

Чистопородные сверстники имели следующие показатели.

| Порода               | В начале периода выращивания, кг | В возрасте 12 мес, кг |
|----------------------|----------------------------------|-----------------------|
| <i>Ландрас</i>       | 30                               | 176                   |
| <i>Крупная белая</i> | 28                               | 166                   |

*Рассчитать гипотетический и истинный гетерозис.*

*Рассчитать эффект гетерозиса.*

**Задача 7.** Определить гипотетический и истинный гетерозис по настригу шерсти у чистопородных овец и помесей  $F_1$ , если известно, что средний настриг составил:

*Грозненская порода – 5,2 кг;*

*Куйбышевская – 4,6 кг;*

$F_1$  – 6,8 кг.

*Сделать вывод о целесообразности такого сочетания.*

**Задача 8.** Скрестили животных симментальской и костромской пород. Помеси по 3-й лактации имели удой 4520 кг, жир – 3,8 %. Чистопородные животные по этой же лактации имели следующие показатели.

| Порода                | Удой, кг | Жир, % |
|-----------------------|----------|--------|
| <i>Симментальская</i> | 3770     | 3,6    |
| <i>Костромская</i>    | 3680     | 3,8    |

*Рассчитать гипотетический и истинный гетерозис по каждому признаку.*

*Сделать вывод о целесообразности такого скрещивания.*

**Задача 9.** Скрестили животных симментальской и костромской пород. Помеси по 3-й лактации имели удой 4620 кг, жир – 3,8 %. Чистопородные животные по этой же лактации имели следующие показатели.

| Порода                | Удой, кг | Жир, % |
|-----------------------|----------|--------|
| <i>Симментальская</i> | 3970     | 3,4    |
| <i>Костромская</i>    | 3680     | 3,8    |

*Рассчитать гипотетический и истинный гетерозис по каждому признаку.*

*Сделать вывод о целесообразности такого скрещивания.*

**Задача 10.** Проанализировать молочную продуктивность чистопородных коров черно-пестрой, голштино-фризской пород и помесей, полученных при их скрещивании.

Удой коров черно-пестрой породы за 3-ю лактацию составил 4850 кг, голштино-фризской – 5120 кг. Помеси  $F_1$  имели удой 5570 кг.

*Рассчитать гипотетический и истинный гетерозис.*

**Задача 11.** Свиньи белорусской черно-пестрой породы в месячном возрасте имели живую массу 29 кг, а в 12 мес – 165 кг; свиньи эстонской беконной породы – 22 и 147 кг соответственно. Помеси  $F_1$ , полученные от скрещивания этих пород, имели на начало периода выращивания живую массу 33 кг, в конце периода – 174 кг.

*Рассчитать гипотетический и истинный гетерозис.*

**Задача 12.** Определить гипотетический и истинный гетерозис по плодовитости у рыб при скрещивании двух пород карпа.

| Порода             | Рабочая плодовитость, тыс. шт. |
|--------------------|--------------------------------|
| <i>Сарбоянская</i> | 630                            |
| <i>Ропшинская</i>  | 570                            |
| $F_1$              | 680                            |

**Задача 13.** Определить гипотетический и истинный гетерозис по приросту за нагульный период у чистопородного карпа и помесей  $F_1$ , если известно, что средний прирост составил:

*Немецкая порода* – 615 г;

*Ропшинская* – 585 г;

$F_1$  – 652 г.

**Задача 14.** Определить эффект гетерозиса по средней живой массе двухлеток от скрещивания белорусского карпа с лахвинским, если известно, что помеси от этого скрещивания и чистопородные сверстницы имели следующие показатели.

| Порода             | На начало периода<br>выращивания, г | На конец периода<br>выращивания, г |
|--------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| <i>Ляхвинская</i>  | 540                                 | 1050                               |
| <i>Белорусская</i> | 600                                 | 1000                               |
| $F_1$              | 580                                 | 1200                               |

**Задача 15.** Скрещивали две породы трехлеток карпа: немецкая  $\times$  ляхвинская. Гибриды  $F_1$  имели среднюю живую массу 1480 г.

*Определить гипотетический и истинный гетерозис по средней живой массе у карпа, если данный показатель составил:*

*немецкая порода* – 1230 г;

*ляхвинская* – 1110 г;

$F_1$  – 1340 г.

## 8. ИММУНОГЕНЕТИКА

### 8.1. Наследование групп крови в системе ABO

#### Задачи

**Задача 1.** В родильном доме в одну ночь родилось четыре младенца, имевших группы крови I, II, III и IV. Группы крови четырех родительских пар были: 1-я пара – I и I; 2-я пара – IV и I; 3-я пара – II и III; 4-я пара – III и III. Четырех младенцев можно с полной достоверностью распределить по родительским парам. Как это сделать? Каковы генотипы всех родителей и детей?

**Задача 2.** В родильном доме случайно перепутали двух мальчиков. Родители одного из них имеют II и I группы крови, родители другого

II и IV, мальчики имеют II и I группы крови. Определите, кто чей сын и генотипы родителей и детей.

**Задача 3.** Женщина с III группой крови имеет ребенка с I группой крови. Каковы их генотипы, и каким не может быть генотип отца?

**Задача 4.** Кровь одного из родителей относится к II группе, другого – к III группе. Каковы генотипы родителей, если у них имеется много детей со следующими группами крови: а) у всех IV; б) половина IV, половина III; в) половина IV, половина II; г)  $\frac{1}{4}$  IV,  $\frac{1}{4}$  II,  $\frac{1}{4}$  III,  $\frac{1}{4}$  I?

**Задача 5.** У женщины IV группа крови, у ее отца та же группа крови. Муж женщины имеет I группу крови, его мать II группу. Определите генотипы всех указанных лиц. Какие группы крови могут быть у детей мужчины и женщины?

**Задача 6.** Если в семье, где у отца II группа крови, а у матери – III, первый ребенок имел I группу крови, то какова вероятность появления следующего ребенка с той же группой крови? Какие группы крови могут быть еще у детей от этого брака?

**Задача 7.** Мужчина, имеющий I группу крови, женился на женщине с II группой крови. У отца жены I группа крови. Какова вероятность, что дети от этого брака будут иметь I группу крови? II группу крови?

**Задача 8.** В семье, где жена имеет A группу крови, а муж – AB родился сын дальтоник с B группой крови. Оба родителя различают цвета нормально. Определите вероятность рождения здорового сына и его возможные группы крови. Дальтонизм наследуется как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак.

**Задача 9.** Известно, что *хорея Гентингтона* (A) – заболевание, проявляющееся после 35–40 лет и сопровождающееся прогрессирующим нарушением функций головного мозга, и положительный резус-фактор (B) наследуются как несцепленные аутосомно-доминантные признаки. Отец является дигетерозиготой по этим генам, а мать имеет отрицательный резус-фактор и здорова. Составьте схему решения задачи и определите генотипы родителей, возможного потомства и вероятность рождения резус-отрицательных детей с хореей Гентингтона.

**Задача 10.** У матери 3-я группа крови и положительный резус-фактор, а у отца 4-я группа крови и резус-фактор отрицательный. Определите генотипы родителей, гаметы, которые они вырабатывают, и возможные генотипы детей.

**Задача 11.** Отец имеет первую, а мать вторую группу крови. Какова вероятность рождения у них ребенка с первой или второй группой

крови, если известно, что дедушка по материнской линии имел первую группу крови?

**Задача 12.** Мужчина с IV группой крови женился на девушке с I группой крови. Какие варианты групп крови возможны у их детей?

**Задача 13.** Кровь первой группы можно переливать всем людям, второй группы – только людям, имеющим II и IV группы, кровь лиц с III группой можно переливать людям с III или IV группой, а кровь людей с IV группой можно переливать только лицам с IV группой крови. У отца II группа крови, а у матери III. В каких случаях возможно переливание крови между детьми.

**Задача 14.** Можно ли доказать факт отцовства по группе крови, если у отца IV группа крови, у матери II, а у дедушки по материнской линии и у ребенка I группа крови.

**Задача 15.** Все четверо детей из одной семьи имеют разные группы крови. Определите генотип родителей по локусу группы крови.

**Задача 16.** Родители имеют II и III группы крови. У них родился ребенок с I группой крови и больной *серповидно-клеточной анемией* (аутосомное рецессивное наследование с неполным доминированием, не сцепленное с группами крови). Определите вероятность рождения больных детей с IV группой крови.

**Задача 17.** В семье у кареглазых родителей имеется четверо детей. Двое голубоглазых детей имеют I и IV группы крови, двое кареглазых – II и III. Определите вероятность рождения следующего ребенка кареглазым с I группой крови. Карий цвет глаз доминирует над голубым и обусловлен аллелем гена, расположенного в аутосомной хромосоме.

**Задача 18.** Женщина с группой крови  $I^B$ , неспособная различать вкус фенилтиокарбамида (ФТК), имеет троих детей:

- один с группой крови  $I^A$  различает вкус ФТК,
  - один с группой крови  $I^B$  различает вкус ФТК,
  - один с группой крови  $I^{AB}$  не способен различать вкус ФТК.
- Неспособность различать ФТК – рецессивный признак.

Что можно сказать о генотипах матери и отца этих детей?

**Задача 19.** Так называемый бомбейский феномен заключается в том, что в семье, где отец имел I группу крови, а мать – III, родилась девочка с I группой крови. Она вышла замуж за мужчину со II группой крови, и у них родились две девочки: первая с IV, вторая – с I группой крови. Появление в третьем поколении девочки с IV группой крови от матери с I группой крови вызвало недоумение. Однако в литературе

было описано еще несколько подобных случаев. По сообщению В. Маккьюсика (1967), некоторые генетики склонны объяснить это явление действием редкого рецессивного эпистатического аллеля, способного подавлять действие аллелей, определяющих группы крови *A* и *B*. Определите генотипы родителей в первом и втором поколениях.

**Задача 20.** Какие фенотипы и генотипы возможны у детей, если у матери I группа крови и гомозиготный резус-положительный фактор, а у отца IV группа крови и резус-отрицательный фактор (рецессивный признак)? Определите вероятность рождения детей с каждым из указанных признаков.

**Задача 21.** Определить, какие комбинации групп крови невозможны:

| <i>Отец</i>       | <i>Мать</i>       | <i>Ребенок</i>     |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| AB                | A                 | B                  |
| AB                | A                 | 0                  |
| 0                 | B                 | 0                  |
| 0 Rh <sup>+</sup> | B rh <sup>-</sup> | 0 rh <sup>-</sup>  |
| A rh <sup>-</sup> | 0 rh <sup>-</sup> | A Rh <sup>+</sup>  |
| 0 Rh <sup>+</sup> | B Rh <sup>+</sup> | AB rh <sup>-</sup> |
| A rh <sup>-</sup> | B rh <sup>-</sup> | 0 rh <sup>-</sup>  |

**Задача 22.** Женщина с резус-положительной кровью II группы вышла замуж за мужчину с резус-положительной кровью III группы. У отца жены была резус-отрицательная кровь I группы. В семье имеется два ребенка: первый – с резус-отрицательной кровью III группы, второй – с резус-положительной кровью I группы. Установите генотипы родителей и детей?

**Задача 23.** Перед судебно-медицинским экспертом поставлена задача выяснить, родной или приемный сын в семье супругов. Исследование крови трех членов семьи показало следующие результаты: у женщины резус-положительная кровь IV группы, а у ее супруга резус-отрицательная I группы, у ребенка резус-положительная кровь I группы. Какое заключение должен дать эксперт и на чем оно основывается?

**Задача 24.** Мужчина-дальтоник с III группой крови женится на девушке с нормальным зрением и II группой крови. Отец девушки дальтоник и имеет I группу крови. Составьте родословную и определите генотипы всех членов семьи. Какова вероятность появления детей

дальтоники от этого брака? Могут ли родиться дети с группами крови родителей?

**Задача 25.** Женщина с 0 группой крови, отец которой страдал гемофилией, выходит замуж за здорового мужчину с группой крови АВ. Какая вероятность рождения ребенка мужского пола с гемофилией?

**Задача 26.** У матери и ребенка II группа крови, у мужа – I группа, у подозреваемого в отцовстве – IV группа. Можно ли установить истинное отцовство?

**Задача 27.** Женщина с группой крови В возбудила дело о взыскании алиментов против мужчины с группой крови 0, утверждая, что он отец ее ребенка. Ребенок имеет группу крови 0. Какое решение должен вынести суд?

**Задача 28.** У человека имеется летальный ген, вызывающий *брахидактилию* (укорочение средней фаланги пальцев). У гомозигот этот ген является причиной аномального развития скелета и гибели детей в раннем возрасте. В семье, где отец имеет брахидактилию, I группу крови и отрицательный резус-фактор, мать также с укороченными пальцами, со II группой крови и отрицательным резус-фактором, родилось двое детей. Один ребенок с брахидактилией, с I группой крови и положительным резус-фактором, второй – с нормальными пальцами, со II группой крови и отрицательным резус-фактором. Имеется подозрение, что один из детей является внебрачным. Определите генотипы родителей и детей и докажите, на самом ли деле один ребенок внебрачный. Как наследуется брахидактилия?

**Задача 29.** В семье, где мать имеет I группу крови, а отец – III, родился сын гемофилик со II группой крови. Оба родителя здоровы. Определите вероятность рождения здорового сына и его возможные группы крови. Гемофилия наследуется как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак.

**Задача 30.** Глухота у человека может быть обусловлена рецессивным геном. Здоровая женщина с I группой крови вступила в брак со здоровым мужчиной с IV группой крови. Определите вероятность рождения глухого ребенка и его возможные группы крови, если известно, что у родителей в семьях были глухие родственники.

## 8.2. Определение достоверности происхождения

**Задача 1.** Уточнить отцовство по группам крови:

| Животное | Система групп крови |                                      |                                |     |   |   |     |     |
|----------|---------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-----|---|---|-----|-----|
|          | A                   | B                                    | C                              | F-V | J | L | M   | S   |
| Бык № 1  | A <sub>1</sub> DH   | B/I <sub>2</sub> A'E' <sub>3</sub> G | C <sub>1</sub> EX <sub>1</sub> | F/F | – | – | –   | H – |
| Бык № 2  | A <sub>1</sub> HDH  | A <sub>1</sub> B'/BO <sub>1</sub>    | W/RWX <sub>2</sub>             | F/V | – | – | M – | –   |
| Мать     | A <sub>2</sub> D    | B/BO <sub>2</sub> A                  | EWL/R <sub>2</sub>             | F/V | – | – | –   | –   |
| Теленок  | DH/D                | A'B'/BO <sub>2</sub> A               | W/R <sub>2</sub>               | V/V | – | – | –   | –   |

**Задача 2.** Провести генетическую экспертизу происхождения теленка на основании следующих данных:

| Животное | Система крови B                 | Трансферрин | Церулоплазмин |
|----------|---------------------------------|-------------|---------------|
| Отец     | B <sub>1</sub> Q <sub>2</sub> P | ДД          | АА            |
| Мать     | B <sub>1</sub> A <sub>2</sub> S | АА          | АВ            |
| Теленок  | B <sub>1</sub> O <sub>2</sub> P | АД          | АА            |

**Задача 3.** Провести генетическую экспертизу происхождения двух телят на основании следующих данных:

| Животное   | Система крови                 |                                                             |                                                | Трансферрин (Тf) | Церулоплазмин (Ср) |
|------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------|--------------------|
|            | A                             | B                                                           | C                                              |                  |                    |
| Отец       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> Y <sub>0</sub> E <sub>2</sub> B              | C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> E R <sub>1</sub> | ДД               | АВ                 |
| Мать I     | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> PQ <sub>2</sub> B <sub>1</sub>               | W <sub>1</sub> R <sub>1</sub> E                | АД               | АВ                 |
| Теленок I  | –                             | E <sub>2</sub> BP                                           | C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> E                | АД               | АА                 |
| Мать II    | A <sub>2</sub>                | B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> Y <sub>2</sub> Q              | R <sub>1</sub>                                 | АА               | ВВ                 |
| Теленок II | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> | O <sub>2</sub> Y <sub>0</sub> B <sub>2</sub> E <sub>2</sub> | R <sub>1</sub> R <sub>2</sub>                  | АД               | АВ                 |

**Задача 4.** Уточнить истинное происхождение телят по генотипам родителей.

| Животное     | Система групп крови                                                                 |                                     |     |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----|
|              | B                                                                                   | C                                   | F-V |
| Бык 1752     | I <sub>2</sub> Y <sub>2</sub> /I <sub>2</sub> A'E' <sub>3</sub> G                   | W/C <sub>2</sub> W                  | F/V |
| Бык 1793     | GE' <sub>3</sub> F <sub>3</sub> O <sub>1</sub> / O <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> D'G' | WX1/ C <sub>2</sub> R <sub>2</sub>  | F/F |
| Корова 2577  | DGKE' <sub>3</sub> O' /O'                                                           | W/ C <sub>1</sub>                   | F/V |
| Теленок 6317 | I <sub>2</sub> Y <sub>2</sub> / DGKE' <sub>3</sub> O'                               | C <sub>2</sub> W/ W                 | F/V |
| Корова 2594  | –/–                                                                                 | W X1/ R <sub>2</sub>                | F/V |
| Теленок 6355 | –/ O <sub>1</sub> Y <sub>2</sub> D'G'                                               | C <sub>2</sub> R <sub>2</sub> /W X1 | F/V |

**Задача 5.** Уточнить отцовство по группам крови у лошадей.

| Животное     | Система групп крови |                   |           |
|--------------|---------------------|-------------------|-----------|
|              | A                   | D                 | P         |
| Жеребец 0752 | $A_e / A_e$         | $D_{bc} / D_{dk}$ | $P / -$   |
| Жеребец 0793 | $A_d / A_e$         | $D_{bc} / D_{de}$ | $- / -$   |
| Мать         | $A_c / A_e$         | $D_{ad} / D_{bc}$ | $- / P_a$ |
| Жеребенок    | $A_c / A_d$         | $D_{bc} / D_{de}$ | $P_a / -$ |

**Задача 6.** Установить происхождение поросят 3, 4, 5 на основании антигенного состава крови родителей и потомков.

| Животное   | Антигены |   |   |   |   |   |   |   |
|------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|
|            | K        | E | E | A | E | G | F | E |
| Свиноматка | —        | — | + | — | + | — | + | — |
| Хряк 1     | —        | — | + | — | — | — | — | + |
| Хряк 2     | —        | — | + | + | — | + | — | — |
| Поросята 3 | —        | — | + | + | + | + | — | — |
| 4          | —        | — | + | + | + | + | + | — |
| 5          | —        | — | + | + | + | + | + | — |

**Задача 7.** На станцию искусственного осеменения поступили быки, записанные в родословной как потомки быка-производителя Бурана 708 от разных матерей. В результате иммунологической проверки подлинности происхождения было установлено, что они имеют следующие генотипы в системе групп крови **B** и **F–V**.

| Животное  | Система групп крови              |       |
|-----------|----------------------------------|-------|
|           | B                                | F–V   |
| Буран 708 | $GOY / BOK'E_2 I'$               | $F/F$ |
| Потомки:  |                                  |       |
| № 1948    | $O_1 Y_2 D'G' / GOY$             | $V/F$ |
| № 1955    | $I'G' / BOK'E_2 I'$              | $F/F$ |
| № 2106    | $GE'_3 F_3 O / O_1 I_2 E'_3 FK'$ | $F/V$ |
| № 2092    | $GOY / O_1 TG'$                  | $V/V$ |
| № 2019    | $BOK'E_2 I' / O_1 I_2 D'G'$      | $F/F$ |

**Задача 8.** Уточнить отцовство по группам крови у овец:

| Животное     | Система групп крови |           |       |
|--------------|---------------------|-----------|-------|
|              | B                   | C         | R–O   |
| Баран 1      | $O'_x / E'IP_2$     | $C_x / C$ | $R/-$ |
| Баран 2      | $BI_x Y / P_2$      | $C/C$     | $-/O$ |
| Овца         | $B O' / NY$         | $C/C_x$   | $R/R$ |
| Ягненок 2312 | $B O'/O'_x$         | $C/C$     | $R/R$ |

## 9. АНОМАЛИИ И БОЛЕЗНИ

### 9.1. Наследование генетических аномалий

#### Задачи

**Задача 1.** У крупного рогатого скота имеется аномалия, вызванная геном **D** (*декстер*). Этот ген вызывает укорочение позвоночника, головы и ног, но улучшает мясные качества. В гомозиготном состоянии (**DD**) он обуславливает рождение нежизнеспособных, так называемых, бульдогообразных телят. При скрещивании между собой двух гетерозиготных животных было получено 12 живых телят.

1. Сколько типов гамет дает гетерозиготная самка?
2. Сколько среди телят будут иметь улучшенные мясные качества?
3. Сколько генотипов имеют телята?
4. Какое расщепление по фенотипу в потомстве?
5. Скрестили гетерозиготного быка с рецессивной гомозиготной коровой, получено 4 теленка. Сколько среди них будут гомозиготными.

**Задача 2.** Ирландские сеттеры могут быть слепыми в результате действия рецессивного гена. При скрещивании животных с нормальным фенотипом было получено в помете 5 щенков, два из них были слепыми.

1. Каковы генотипы родителей?
2. Сколько в потомстве нормальных щенков?
3. Сколько из них будут гомозиготными?
4. Какой тип наследования данного заболевания?
5. Можно ли использовать нормальных щенков для размножения, не опасаясь, что в потомстве проявится слепота?

**Задача 3.** В королевском ветеринарном колледже в Стокгольме, Бьерке и других местах исследовали мозжечковую атаксию у фокстерьеров, которая проявлялась в возрасте 4–6 месяцев и хотя не была смертельной, но препятствовала в дальнейшем свободному передвижению больных собак. Из 100 щенков, родившихся от гетерозиготных родителей, этот дефект наблюдался у 25.

1. Сколько типов гамет дает гетерозиготная самка?
2. Какой генотип имеют телята с мозжечковой атаксией?
3. Сколько генотипов имеют телята?

4. Сколько фенотипов у телят?

5. Сколько гетерозиготных телят получено при данном скрещивании?

**Задача 4.** В стаде крупного рогатого скота черно-пестрой породы от фенотипически нормальных родителей стали появляться единичные случаи выкидышей и рождения мертвых телят с укорочением позвоночника (наличие всего 6–7 ребер). При скрещивании самки и самца с гетерозиготным генотипом получено 12 живых телят. Среди аномальных телят встречаются особи обоих полов.

1. Каков тип наследования аномалии?

2. Какое расщепление по генотипу в потомстве?

3. Сколько гомозиготных телят получено в потомстве?

4. Сколько получено мертвых телят?

5. Укажите меры профилактики проявления заболевания.

**Задача 5.** Синдактилия (сросшиеся пальцы) наследуется как доминантный аутосомный признак. В семье, где один из родителей гетерозиготен по анализируемому признаку, а другой имеет нормальное строение пальцев родилось 5 детей, двое из которых имели синдактилию?

1. Сколько типов гамет может дать гетерозиготный отец?

2. Какое расщепление по фенотипу в потомстве?

3. Сколько разных генотипов у детей?

4. Какой генотип у детей с нормальным строением пальцев?

5. Какова вероятность проявления синдактилии у гетерозиготных родителей?

**Задача 6.** Отсутствие потовых желез у людей передается по наследству как рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой.

Гетерозиготная женщина вышла замуж за здорового мужчину. От этого брака родилось 8 детей, из них 2 мальчика.

1. Сколько детей не имело потовых желез?

2. Сколько мальчиков не имело потовых желез?

3. Сколько девочек от этого брака будут гомозиготными?

4. У скольких девочек в последующем поколении могут появиться дети без потовых желез?

5. Сколько разных генотипов у детей?

**Задача 7.** Среди культурных карпов есть чешуйчатые и бесчешуйчатые (линейные и голые). У линейных, особенно у голых карпов наблюдается сильная редукция органов, что вызывает снижение жизне-способности.

При скрещивании бесчешуйчатых (линейных) карпов в потомстве получили расщепление по характеру чешуи: 140 линейных к 65 чешуйчатым.

1. Сколько типов гамет может образовать бесчешуйчатых карп?
2. Сколько разных генотипов имеют мальки?
3. Какое расщепление по фенотипу в потомстве?
4. Сколько мальков могут быть гетерозиготными?
5. Какой тип наследования бесчешуйчатости у карпа?

**Задача 8.** На ферме при разведении хохлатых уток «между собой» около 25 % эмбрионов гибнет, а из вылупившихся утят вырастают хохлатые и нормальные утки. Скрещивались между собой гетерозиготные хохлатые утки. Получено 12 утят.

1. Сколько типов гамет может образовать гетерозиготная утка?
2. Сколько утят могут быть хохлатыми?
3. Сколько утят могут быть нормальными (без хохолка)?
4. Какой тип наследования аномалии?
5. Как следует разводить хохлатых уток, чтобы избежать гибели потомства?

**Задача 9.** В племязаводе при внутрилинейном подборе в линии Колдхостера от быка Аристиды получено 76 телят, в том числе одна телочка с признаками гипотрихоза (безволосость), погибла в первые минуты после рождения.

1. Какой генотип у родителей?
2. Какой генотип у телочки с признаками гипотрихоза (безволосости)?
3. Сколько телят могут быть гетерозиготными?
4. Какой тип наследования данной аномалии?

**Задача 10.** В хозяйстве фермера свиноматка принесла 14 поросят, в том числе 3 свинки и 5 хрячков с пупочной грыжей. Ветеринарный специалист выяснил, что свиноматка была покрыта хряком, у которого также при рождении была пупочная грыжа, устраненная хирургическим путем.

1. Какой генотип у свиноматки?
2. Какой генотип у хряка?
3. Какой генотип могут иметь свинки с пупочной грыжей?
4. Какой генотип могут иметь хрячки с пупочной грыжей?
5. Какой тип наследования аномалии?

**Задача 11.** В стаде крупного рогатого скота черно-пестрой породы

от фенотипически нормальных родителей стали появляться единичные случаи выкидышей и рождения мертвых телят с укорочением позвоночника (наличие всего 6–7 ребер). Среди аномальных телят встречаются особи обоих полов. Скрещивались между собой гетерозиготные животные с нормальным фенотипом. Получено 9 живых телят.

1. Сколько типов гамет может образовать гетерозиготная самка?

2. Сколько телят с нормальным фенотипом получено в потомстве?

3. Сколько среди них могут быть гетерозиготными?

4. Сколько потомков могут быть мертворожденными?

5. Какой тип наследования аномалий?

**Задача 12.** От быка Аладдина ярославской породы было получено 156 телят, в том числе три бычка без волосяного покрова и зубов, которые погибли в первые дни после рождения.

1. Какой генотип могли иметь родители?

2. Сколько бычков получено в потомстве?

3. Сколько среди потомков могло быть телочек?

4. Сколько среди них могут быть носителями аномального гена?

5. Какой тип наследования аномалии? Меры профилактики.

**Задача 13.** В племязаводе при скрещивании коров линии Аннас Адема с быком той же линии родилось 25 телят, в том числе одна телочка с укороченной нижней челюстью.

1. Какой генотип могли иметь родители?

2. Сколько типов гамет может образовать самка?

3. Сколько типов гамет может образовать самец?

4. Сколько телят с нормальной челюстью могут быть гомозиготными?

5. Какой тип наследования аномалии?

**Задача 14.** Наследственное заболевание – геморрагический диатез – зависит от рецессивного гена, сцепленного с X- или Y-хромосомой. В семье, где мать здорова, отец болен (оба гомозиготны) родилось 4 детей.

1. Сколько типов гамет может образовать женщина?

2. Сколько типов гамет может образовать мужчина?

3. Сколько детей будут здоровыми?

4. Сколько девочек будут здоровыми?

5. Какова вероятность появления больных мальчиков в семье?

**Задача 15.** У кур коротконогость детерминирована доминантным летальным геном **С**. Генотип **ММ** обуславливает курчавое оперение, **Мм** – волнистое, **мм** – нормальное. При скрещивании коротконогих с волнистым оперением петуха и курицы получено 120 цыплят.

1. Какой генотип имеет петух и курица?
2. Сколько типов гамет может образовать курица?
3. Сколько разных генотипов имеют цыплята?
4. Сколько цыплят могут иметь курчавое оперенье?
5. Сколько цыплят могут быть коротконогими с волнистым опереньем?
6. Какой тип наследования коротконогости у кур?

**Задача 16.** В семье родилось двое бесчерепных детей, которые умерли сразу после рождения, и один нормальный. В дальнейшем у него тоже родился бесчерепной ребенок.

1. Как наследуется это заболевание?
2. Какой генотип могли иметь родители?
3. Какой генотип у бесчерепных детей?
4. Какой генотип здорового ребенка?
5. Сколько разных генотипов могут иметь дети?

**Задача 17.** У лошадей есть наследственная болезнь гортани. При беге больные лошади издают характерный хрип. От больных родителей родилось 12 жеребят, из которых трое были здоровыми.

1. Какой генотип имеют родители?
2. Сколько жеребят могут быть гетерозиготными?
3. Сколько разных генотипов могут иметь потомки?
4. Какой генотип имеют здоровые жеребята?
5. Какой тип наследования данного заболевания у лошадей?

**Задача 18.** Развитие у человека окостеневшего и согнутого мизинца на руке определяется доминантным геном. Данная аномалия представляет определенные неудобства. Ген в гетерозиготном состоянии вызывает развитие такого мизинца только на одной руке. Женщина, не имеющая данной аномалии выходит замуж за мужчину, у которого согнутый мизинец на одной руке. Родилось 4 детей.

1. Какой генотип имеет женщина?
2. Какой генотип имеет мужчина?
3. Сколько разных фенотипов имеют дети?
4. У скольких детей нормальное развитие мизинца?

5. *Может ли родиться ребенок с нормальными или двумя ненормальными руками у супругов, имеющих дефект мизинца только на одной руке?*

**Задача 19.** При скрещивании кошек, гетерозиготных по бесхвостости, получено 27 с нормальными хвостами и 63 бесхвостых котенка.

1. *Какой генотип у котят с нормальным хвостом?*

2. *Сколько котят могут быть гетерозиготными?*

3. *Какое расщепление по генотипу в потомстве?*

4. *Какое расщепление по фенотипу в потомстве?*

5. *Можно ли на основании полученных данных сделать вывод о летальности или нелетальности гена бесхвостости в гомозиготном состоянии?*

**Задача 20.** У человека имеется два вида глухоты, и каждая наследуется как аутосомно-доминантный признак. Гены обоих признаков находятся в разных парах гомологичных хромосом. Глухая женщина вышла замуж за глухого мужчину (оба гомозиготны). Родилось 3 детей с нормальным слухом.

1. *Какие генотипы имеют родители?*

2. *Сколько типов гамет может образовать мужчина?*

3. *Какой генотип у детей?*

4. *Какова вероятность того, что ребенок родится глухим, если отец и мать его страдают одним и тем же видом наследственной глухоты?*

5. *Какой тип наследования глухоты?*

**Задача 21.** У человека некоторые формы близорукости доминируют над нормальным зрением, праворукость – над леворукостью, фенилкетонурия рецессивна к нормальному состоянию. Все гены наследуются независимо. Фенилкетонурия – это синдром, при котором фенилаланин накапливается в плазме крови, моче и у ребенка нарушается умственное развитие.

Близорукий левша вступает в брак с женщиной, нормальной по обоим признакам. Известно, что у обоих супругов были братья и сестры, страдающие фенилкетонурией, но сами они нормальны по этому признаку. В их семье первый ребенок был нормален в отношении всех трех признаков, второй был близоруким левшой, третий оказался больным фенилкетонурией.

1. *Определить генотип отца троих детей.*

2. *Определить генотип матери троих детей.*

3. *Сколько типов гамет может быть у отца детей?*

4. Сколько типов гамет может быть у матери детей?

5. Каковы генотипы всех детей?

**Задача 22.** У человека катаракта (заболевание глаз) зависит от доминантного аутосомного гена, а ихтиоз (заболевание кожи) – от рецессивного гена, сцепленного с У-хромосомой. Женщина со здоровыми глазами и с нормальной кожей, выходит замуж за мужчину, страдающего катарактой и ихтиозом, мать которого не имела заболеваний глаз. В семье 8 детей.

1. Какой генотип имеет женщина?

2. Какой генотип имеет мужчина?

3. Сколько генотипов могут иметь дети?

4. Какова вероятность появления в семье мальчиков с обоими заболеваниями?

5. Сколько девочек могут иметь заболевание глаз?

**Задача 23.** Несвертываемость крови (гемофилия) передается как рецессивный, сцепленный с Х-хромосомой признак. Мужчина, больной гемофилией, вступает в брак с нормальной женщиной, отец которой страдал гемофилией. От этого брака родилось 4 детей.

1. Сколько типов гамет может образовать женщина?

2. Сколько типов гамет может образовать мужчина?

3. Какое расщепление по генотипу в потомстве?

4. Сколько детей будут страдать гемофилией?

5. Сколько мальчиков могут быть с нормальной свертываемостью крови?

**Задача 24.** У человека аллель, вызывающий одну из форм цветовой слепоты, или дальтонизм, локализован в Х-хромосоме. Состояние болезни вызывается рецессивным аллелем, состояние здоровья – доминантным. Девушка, имеющая нормальное зрение, отец которой обладал цветовой слепотой, выходит замуж за мужчину с нормальным зрением. От этого брака родилось шестеро детей, из них 2 мальчика.

1. Какой генотип имеет женщина?

2. Какой генотип имеет мужчина?

3. Сколько генотипов могут иметь дети?

4. Какой % девочек могут иметь нормальное зрение?

5. Сколько мальчиков могут быть дальтониками?

**Задача 25.** На конезаводе от здорового племенного жеребца и здоровой кобылы было получено 4 жеребенка, один из них погиб от тяжелой формы гемофилии (несвертываемости крови). Известно, что ген гемофилии сцеплен с Х-хромосомой.

1. Какой генотип имеет жеребец?
2. Какой генотип имеет самка?
3. Сколько разных фенотипов имеют жеребята?
4. Какой % самочек в потомстве будут здоровыми?
5. От кого из родителей – жеребца или кобылы – он унаследовал эту болезнь? Какие можно рекомендовать меры профилактики?

**Задача 26.** У леггорнов имеется сцепленный с полом рецессивный ген, который вызывает гибель эмбрионов за 3 дня до окончания инкубации.

От скрещивания гетерозиготного по этому признаку петуха с нормальными курицами было получено и заложено в инкубатор 200 цыплят.

1. Сколько цыплят можно получить из этих яиц?
2. Сколько будет среди них курочек?
3. Сколько разных генотипов будут иметь петушки?
4. Сколько разных генотипов будут иметь курочки?
5. Сколько петушков гомозиготными?

**Задача 27.** У рыб нормальная пигментация доминирует над альбинизмом. При скрещивании самки и самца карпа с нормальной пигментацией было получено 88 мальков, из них 13 были альбиносами.

1. Сколько типов гамет может образовать самка?
2. Сколько мальков имели нормальную пигментацию?
3. Сколько из них были гетерозиготными?
4. Сколько мальков будут гомозиготными?
5. Какой тип наследования альбинизма у рыб?

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

### 1. Последовательность фаз митоза ...

1. Профаза → метофаза → анафаза → телофаза
2. Метафаза → анафаза → телофаза → профаза
3. Телофаза → анафаза → метафаза → профаза

### 2. Сколько делений клетки включает мейоз?

1. Одно
2. Три
3. Два
4. Четыре

### 3. Первое деление мейоза называется ...

1. Бивалентным
2. Бинарным
3. Редукционным

### 4. Перекрест гомологических хромосом и обмен соответствующим участком между их хроматидами, это ...

1. Конъюгация
2. Кроссинговер
3. Оплодотворение

### 5. Периодом интерфазы не является ...

1. Пресинтетический
2. Синтетический
3. Постсинтетический
4. Эмбриональный

### 6. Какие клетки образуются в результате митоза?

1. Диплоидные
2. Гаплоидные
3. Триплоидные

### 7. Какие клетки образуются в результате мейоза?

1. Диплоидные
2. Гаплоидные
3. Триплоидные

### 8. В какой фазе митоза лучше всего видны хромосомы, и можно подсчитать их количество?

1. В профазу
2. В метафазу
3. В телофазу
4. В анафазу

- 9. Репликация (удвоение) молекул ДНК происходит в ...**
1. Перессинтетический период.
  2. Синтетический
  3. Постсинтетический
- 10. Для эукариот характерны способы деления клетки ...**
1. Митоз, мейоз, амитоз
  2. Митоз, амитоз, прямое бинарное деление
  3. Мейоз, амитоз, прямое бинарное деление.
- 11. Процесс образования половых клеток ...**
1. Осеменение
  2. Оплодотворение
  3. Гаметогенез
- 12. Сперматогенез отличается от онтогенеза наличием стадии ...**
1. Размножения
  2. Роста
  3. Созревания
  4. Формирования
- 13. В какую стадию гаметогенеза клетки делятся мейозом?**
1. Роста
  2. Размножения
  3. Созревания
- 14. Какой набор хромосом имеют половые клетки?**
1. Диплоидный
  2. Гаплоидный
  3. Триплоидный
- 15. Организм, обладающий обоеполыми признаками, называется ...**
1. Автотрофом
  2. Гетеротрофом
  3. Гермафродитом
- 16. Развитие организма из неоплодотворенной яйцеклетки, называется ...**
1. Митозом
  2. Мейозом
  3. Партеогенезом
- 17. Индивидуальное развитие организма, начинающееся с оплодотворения и образования зиготы и заканчивающееся смертью, называется ...**
1. Онтогенезом

2. Гаметогенезом

3. Филогенезом

**18. Характерные черты полового размножения ...**

1. Участвует одна родительская особь

2. Участвует две родительские особи

3. Имеет место комбинативная изменчивость

4.  $2 + 3$

**19. Какая наука изучает наследственность и изменчивость живых организмов?**

1. Биохимия

2. Генетика

3. Гистология

4. Анатомия

**20. Как называется совокупность всех признаков и свойств организма ...**

1. Генотип

2. Кариотип

3. Фенотип

4. Мутация

**21. Совокупность генов, ответственных определенному организму, это ...**

1. Кариотип

2. Генотип

3. Фенотип

**22. Участок молекулы ДНК, содержащий информацию о первичной структуре одного белка называется:**

1. Кариотип

2. Ген

3. Генофонд

**23. Основные закономерности наследования были установлены:**

1. Т. Морганом

2. Г. Менделем

3. Г. де Фризом

**24. Первый закон Менделя называется законом:**

1. Чистоты гамет

2. Расщепление признаков

3. Единообразие гибридов  $F_1$

4. Независимого комбинирования признаков

**25. Второй закон Менделя называется законом:**

1. Чистоты гамет
2. Расщепление признаков
3. Единообразие гибридов  $F_1$
4. Независимого комбинирования признаков

**26. Особи, в потомстве которых не обнаруживается расщепление признака:**

1. Гибридные
2. Гомозиготные
3. Гетерозиготные

**27. Особи, в потомстве которых обнаруживается расщепление признака:**

1. Гибридные
2. Гомозиготные
3. Гетерозиготные

**28. Участок хромосом, в котором расположен ген, называется:**

1. Локус
2. Кодон
3. Решетка Пеннета

**29. Аллельные гены расположены в:**

1. Одной хромосоме
2. Половых хромосомах
3. Гомологичных хромосомах

**30. Гомологичными называются парные хромосомы, имеющие:**

1. Одинаковую форму, размеры конъюгирующие в мейозе
2. Сходное строение, но разное число хромосом
3. Сходные размеры хромосом

**31. Типы аллельного взаимодействия генов...**

1. Комплементарность, эпистаз, полимерия
2. Полное доминирование, неполное доминирование, кодоминирование
3. Плейотропия, полимерия

**32. Типы неаллельного взаимодействия генов ...**

1. Комплементарность, эпистаз, полимерия
2. Полное доминирование, неполное доминирование, кодоминирование
3. Плейотропия, полимерия

**33. Если один ген отвечает за проявление нескольких признаков, то явление называется ...**

1. Эпистазом
  2. Полимерией
  3. Плейотропией
- 34. К анализирующему, относят скрещивание типа ...**
1. AA x aa
  2. aa x aa
  3. Aa x aa
  4. Aa x Aa
- 35. Расщепление 9:3:3:1 по фенотипу при дигибридном скрещивании при полном доминировании постулируется ...**
1. Первым законом Менделя
  2. Вторым законом Менделя
  3. Третьим законом Менделя
- 36. Сколько типов гамет образует особь с генотипом AaBb?**
1. Один
  2. Два
  3. Четыре
- 37. Какую гамету не может образовать особь с генотипом AaBb?**
1. Ab
  2. AB
  3. AA
  4. aB
- 38. Скрещивание, при котором родительские особи отличаются по двум парам аллелей, называется ...**
1. Моногибридным
  2. Дигибридным
  3. Тригибридным
  4. Полигибридным
- 39. При моногибридном скрещивании чистых линий по генотипу в F<sub>2</sub> при полном доминировании наблюдается расщепление ...**
1. 3:1
  2. 1:2:1
  3. 9:3:3:1
  4. 1:1
- 40. При моногибридном скрещивании чистых линий по фенотипу в F<sub>2</sub> при неполном доминировании наблюдается расщепление ...**
1. 3:1
  2. 1:2:1

3. 9:3:3:1

4. 1:1

**41. Какой метод применил Г. Мендель для изучения наследования признаков?**

1. Цитологический
2. Онтогенетический
3. Популяционный
4. Гибридологический

**42. При независимом наследовании признаков дигибрид AaBb образует ...**

1. 2 типа гамет
2. 3 типа гамет
3. Один тип гамет
4. Четыре типа гамет

**43. Моногибридным называется такое скрещивание, при котором родительские формы ...**

1. Принадлежат одному виду
2. Имеют общего предка
3. Отличаются друг от друга по одной паре альтернативных признаков

**44. Объектом исследования Г. Мендель выбрал ...**

1. Фасоль
2. Горох
3. Картофель
4. Муха дрозофила

**45. Неполным доминированием называется взаимодействие аллельных генов, при котором ...**

1. Доминантный ген полностью подавляет действие рецессивного
2. Гены равноценны
3. Доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного
4. Рecessивный ген подавляет действие доминантного

**46. Кодоминированием называется взаимодействие аллельных генов, при котором ...**

1. Доминантный ген полностью подавляет действие рецессивного
2. Гены равноценны

3. Доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного

4. Рecessивный ген подавляет действие доминантного

**47. Наследование группы крови, это пример ...**

1. Эпистаза

2. Кодоминирования

3. Полного доминирования

**48. Вид взаимодействия неаллельных генов, при котором один из генов полностью подавляет действие другого, называется ...**

1. Эпистаз

2. Полимерия

3. Комплементарность

**49. Вид взаимодействия неаллельных генов, при котором у потомков  $F_1$  наблюдается проявление нового признака, не характерного для родителей, это ...**

1. Эпистаз

2. Полимерия

3. Комплементарность

**50. По типу кумулятивной полимерии не наследуются следующие признаки ...**

1. Молочность, яйценокость, масса

2. Длина колоса, количество рядов зерен в колоске

3. Цвет волос, глаз

**51. При комплементарном взаимодействии в  $F_2$  наблюдается расщепление:**

1. 9:7

2. 15:1

3. 13:3

**52. При эпистазе в  $F_2$  наблюдается расщепление ...**

1. 9:7

2. 15:1

3. 13:3

**53. При кумулятивной полимерии в  $F_2$  наблюдается расщепление ...**

1. 9:7

2. 1:4:6:4:1

3. 13:3

**54. У родителей I и IV группы крови. Какие группы крови можно ожидать у детей?**

1. I и IV
2. только I
3. только IV
4. II и III

**55. Гетерозиготные родители по группам крови (у матери II, у отца III) имеют ребенка. Какова вероятность, что у него III группа крови?**

1. 25 %
2. 50 %
3. 0
4. 5 %

**56. Хромосомную теорию наследственности сформулировал ...**

1. Г. Мендель
2. Т. Морган
3. Г. де Фриз
4. Н. Вавилов

**57. Какое положение не относится к основным положениям хромосомной теории наследственности?**

1. Гены в хромосомах расположены линейно
2. Гены в хромосоме образуют группу сцепления
3. Кроссинговер не нарушает сцепление генов
4. Между гомологичными хромосомами возможен кроссинговер

вер

**58. Схема взаимного расположения генов, находящихся в одной группе сцепления, называется ...**

1. Генофонд
2. Генотип
3. Генетическая карта
4. Кариотип

**59. Результатом кроссинговера является ...**

1. Увеличение числа хромосом
2. Создание новых сочетаний генов, приводящих к изменчивости организма
3. Уменьшение числа хромосом

**60. При сцепленном наследовании признаков дигибрид  $\frac{AB}{ab}$  образует гаметы:**

1. AB, ab, Ab, Ab
2. AB, ab
3. Ab, aB

4. ав, ав

**61. Число групп сцепления соответствует ...**

1. Гаплоидному набору хромосом
2. Диплоидному набору хромосом
3. Все ответы неверны

**62. Если частота рекомбинации между генами А и В равна 10 %, это означает, что ...**

1. Расстояние между генами 10 Морганид
2. Расстояние между генами 90 Морганид
3. Расстояние между генами 100 Морганид

**63. Половой диморфизм, это ...**

1. Различие морфологических, физиологических и биохимических признаков особей разных полов
2. Сходство морфологических, физиологических и биохимических признаков мужских и женских особей
3. Способность организма образовывать как женские, так и мужские половые клетки

**64. Половые хромосомы – это ...**

1. Хромосомы мужского организма
2. Хромосомы женского организма
3. Хромосомы, разные у мужского и женского организмов
4. Хромосомы одинаковые у женского и мужского организмов

**65. Аутосомы – это ...**

1. Хромосомы мужского организма
2. Хромосомы женского организма
3. Хромосомы, разные у мужского и женского организмов
4. Хромосомы одинаковые у женского и мужского организмов

**66. Пол, имеющий одинаковые половые хромосомы, называется ...**

1. Гетерогаметным
2. Гомогаметным
3. Гемизиготным

**67. Пол, имеющий разные половые хромосомы, называется ...**

1. Гетерогаметным
2. Гомогаметным
3. Гемизиготным

**68. У птиц и бабочек гомогаметным является пол ...**

1. Только мужской
2. Только женский

3. Мужской и женский
- 69. У млекопитающих гетерогаметным является пол ...**
1. Только мужской
  2. Только женский
  3. Мужской и женский
- 70. Сцепленными с полом называются признаки, гены которых расположены в ...**
1. Аутосомах
  2. Половых хромосомах
  3. ДНК хлоропластов
- 71. К признакам, ограниченным полом, относятся ...**
1. Молочность у коров
  2. Дальтонизм
  3. Интеллект
- 72. Какие признаки называются голандрическими?**
1. Признаки, которые наследуются с X-хромосомой
  2. Признаки, которые наследуются с Y-хромосомой
  3. Признаки, которые не наследуются
- 73. Наследование, сцепленное с полом, впервые было описано у ...**
1. Гороха
  2. Дрозофилы
  3. Мышей
  4. Человека
- 74. Самая мелкая структура и функциональная единица живого, это ...**
1. Ткань
  2. Вирус
  3. Клетка
- 75. Нуклеиновые кислоты, это ...**
1. ДНК и РНК
  2. АДФ и АТФ
  3. Глюкоза и клетчатка
- 76. Молекула ДНК в отличие от РНК имеет вид ...**
1. Клеверного листа
  2. Глобулы
  3. Одиночной спирали
  4. Двойной спирали
- 77. Функция ДНК в отличие от РНК имеет вид ...**

1. Хранение и передача наследственной информации
2. Запасающая
3. Энергетическая

**78. Функция РНК в клетке ...**

1. Запасающая
2. Энергетическая
3. Участие в биосинтезе белка

**79. Мономеры нуклеиновых кислот ...**

1. Аминокислоты
2. Глицерин и жирные кислоты
3. Нуклеотиды

**80. Какое азотистое основание отсутствует в составе молекулы ДНК ...**

1. Аденин
2. Гуанин
3. Тимин
4. Урацил

**81. Генетический код несет информацию ...**

1. Об общем строении ядра
2. О количестве хромосом
3. Об аминокислотах синтезируемого белка

**82. Генетический код ...**

1. Триплетен
2. Дуплетен
3. Тетраплетен

**83. Универсальность, триплетность, множественность, неперекрываемость, это свойства ...**

1. Аминокислот
2. Жиров
3. Генетического кода

**84. Биосинтез белка происходит ...**

1. На поверхности ядерной оболочки
2. На рибосомах
3. В комплексе Гольджи

**85. Биосинтез белка осуществляется в результате матричных реакций ...**

1. Транскрипция и редукция
2. Трансляция и репликация
3. Транскрипция и трансляция

**86. Указать последовательность нуклеотидов на и-РНК, если кодирующий участок ДНК имеет следующее строение: ААЦГ-ГАЦЦТ ...**

1. УУГ, ЦЦУ, ГГА
2. ТТГ, ЦЦТ, ГГА
3. ААГ, ЦЦА, ГГА

**87. В молекуле и-РНК содержится 300 нуклеотидов. Сколько аминокислот будет содержать белок, синтезированный на данной и-РНК?**

1. 100
2. 600
3. 30

**88. Транскрипция – это процесс ...**

1. Синтеза АТФ
2. Переписывание информации с ДНК на И-РНК
3. Перенос аминокислоты в рибосому

**89. Сколько типов РНК содержится в клетке?**

1. Один
2. Два
3. Три
4. Четыре

**90. Гуанин комплементарен ...**

1. Аденину
2. Тимину
3. Цитозину
4. Урацилу

**91. Укажите, какие нуклеотиды являются комплементарными?**

1. А и Г
2. Г и Т
3. Г и Ц
4. А и Ц

**92. Понятие мутации было введено ...**

1. Г. Менделем
2. Г. де Фризом
3. Т. Морганом

**93. Мутации возникают ...**

1. Постепенно
2. Скачкообразно
3. Через несколько поколений

4. Причины неизвестны
- 94. К мутагенным факторам относятся ...**
  1. Биологические
  2. Физические
  3. Химические
  4. Все перечисленные
- 95. По месту возникновения в клетках мутации могут быть ...**
  1. Генеральные и соматические
  2. Спонтанные и индуцированные
  3. Физиологические и биохимические
  4. Летальные, вредные, нейтральные
- 96. По фенотипическому проявлению мутации могут быть ...**
  1. Генеральные и соматические
  2. Спонтанные и индуцированные
  3. Физиологические и биохимические
  4. Летальные, вредные, нейтральные
- 97. По влиянию на жизнеспособность мутации могут быть ...**
  1. Генеральные и соматические
  2. Спонтанные и индуцированные
  3. Физиологические и биохимические
  4. Летальные, вредные, нейтральные
- 98. Мутации, приводящие к изменению числа хромосом, называются ...**
  1. Геномные
  2. Генные
  3. Неоморфные
  4. Аморфные
- 99. Мутации, изменяющие структуру гена ...**
  1. Геномные
  2. Хромосомные
  3. Генные
- 100. Виды мутаций по изменениям генетического материала ...**
  1. Генные, хромосомные, геномные
  2. Спонтанные, индуцированные
  3. Вредные, летальные
- 101. Мутации, в результате которых происходит удвоение нуклеотидов, это ...**
  1. Инверсии
  2. Дубликации

3. Делеции
4. Инсерции

**102. Мутации, в результате которых происходит выпадение нуклеотидов, это ...**

1. Инсерции
2. Делеции
3. Дупликации
4. Полиплоидия

**103. К межхромосомным мутациям относится ...**

1. Делеция
2. Дупликация
3. Транслокация
4. Инверсия

**104. Мутации, возникающие в половых клетках, называются ...**

1. Генеративные
2. Соматические
3. Ядерные
4. Доминантные

**105. К геномным мутациям относятся ...**

1. Дупликации, инверсии
2. Полиплоидия, гетероплоидия
3. Транслокации

**106. Полиплоид – это организм с ...**

1. С нормальным числом хромосом
2. Кратным увеличением хромосом
3. Лишней хромосомой
4. Вдвое меньшим числом хромосом

**107. Гаплоид – это организм с ...**

1. С нормальным числом хромосом
2. Кратным увеличением хромосом
3. Лишней хромосомой
4. Вдвое меньшим числом хромосом

**108. К количественным признакам изменчивости относится ...**

1. Масть животного
2. Рост
3. Окраска семян
4. Цвет глаз

**109. Ненаследственной (фенотипической) является изменчивость:**

1. Только мутационная
2. Только модификационная
3. Мутационная и комбинативная
4. Нет правильного ответа

**110. Наследственной (генотипической) является изменчивость ...**

1. Только мутационная
2. Только модификационная
3. Мутационная и комбинативная
4. Нет правильного ответа

**111. Модификационная изменчивость признака зависит от ...**

1. Возраста
2. Этапа онтогенеза
3. Условий среды
4. Генотипа

**112. Снижение яйценоскости кур при нарушении рациона кормления относят к изменчивости ...**

1. Комбинативной
2. Мутационной
3. Модификационной

**113. Модификационная изменчивость в отличие от мутационной ...**

1. Возникает у отдельных особей
2. Передается по наследству
3. Носит приспособительный характер

**114. Пределы модификационной изменчивости называются ...**

1. Пределами устойчивости
2. Нормой реакции
3. Границами изменчивости

**115. Отметьте признаки, обладающие очень широкой нормой реакции ...**

1. Жирность молока у коров
2. Масса животного
3. Масть животного

**116. Сущность и значение закона гомологических рядов Н.И. Вавилова (а – мутации являются наследственной изменчивостью; б – наличие исходных рядов наследственной изменчивости у генетически близких родов и видов; в – позволяет определить частоту**

генов в популяции;  $g$  – позволяет моделировать наследственные болезни человека) ...

1.  $a + b$
2.  $b + g$

**117. Совокупность всех генов популяции ...**

1. Генофонд
2. Генотип
3. Фенотип

**118. Факторы, изменяющие генетическую структуру популяции ...**

1. Кормление, содержание
2. Мутации, изоляция, миграция
3. Свет, температура, кислород

**119. Частота встречаемости в популяции аллеля  $A = 0,8$ . Какова в данной популяции частота аллеля  $a$ ?**

1. 0,8
2. 0,2
3. 1

**120. Частота встречаемости в популяции рецессивного аллеля – 0,4. Какова в данной популяции частота встречаемости рецессивных гомозигот?**

1. 0,16
2. 0,4
3. 0,6

**121. Частота встречаемости в популяции доминантных гомозигот – 0,64. Какова в данной популяции частота доминантного аллеля?**

1. 0,8
2. 0,64
3. 0,36

**122. Элементарной единицей эволюции является ...**

1. Популяция
2. Организм
3. Мутация
4. Клетка

**123. Популяция домашних животных называется ...**

1. Сортом
2. Породой
3. Видом

4. Клоном

**124. Закон Харди-Вайнберга дает возможность установить ...**

1. Частоту возникновения патологий
2. Дрейф генов
3. Генетическую структуру популяции

**125. Под популяцией понимают совокупность ...**

1. Свободно скрещивающихся особей одного вида, обладающих общим генофондом и занимающих определенный ареал
2. Особей разных видов, сходных по способу питания
3. Живых организмов, приспособленных к совместному обитанию на однородном участке территории

**126. Скрещивание особей, находящихся между собой в родстве – это ...**

1. Аутбридинг
2. Гетерозис
3. Мутация
4. Инбридинг

**127. Типы инбридинга ...**

1. Тесный, близкий, умеренный
2. Адаптивный и соматический
3. Истинный и гипотетический

**128. Типы гетерозиса ...**

1. Тесный, близкий, умеренный
2. Адаптивный, соматический
3. Стабилизирующий, движущий

**129. Чтобы перевести большинство генов в гомозиготное состояние, используют ...**

1. Мутагенез
2. Инбридинг
3. Аутбридинг

**130. Явление повышенной жизнеспособности и продуктивности гибридов первого поколения по сравнению с обеими родительскими формами называется ...**

1. Инбридинг
2. Мутация
3. Гетерозис

**131. Снижение жизнеспособности, плодовитости, ослабление организмов и их постепенное вырождение наблюдается при ...**

1. Множественном аллелизме

2. Инбридинг
3. Аутбридинге

**132. Биогенетический закон онтогенеза установили ...**

1. Мюллер и Геккель
2. Дарвин и Геккель
3. Дарвин, Мюллер, Геккель.

**133. Онтогенез – это ...**

1. Индивидуальное развитие организма
2. Совокупность последовательных преобразований (морфологических, физиологических, биохимических), происходящих в организме от зиготы до конца жизни
3. 1 + 2

**134. Эмбриональный период делится на подпериоды ...**

1. 3
2. 5
3. 2

**135. Постэмбриональный период делится на фазы ...**

1. 3
2. 5
3. 2

**136. В онтогенезе постэмбриональным периодом называется ...**

1. Период роста организма
2. Весь период развития организма
3. Период роста и дифференцировки
4. Период от рождения до смерти

**137. Долголетие биологическое, это ...**

1. Длительность жизни, прерываемая естественной смертью
2. Период от рождения до полового созревания
3. Период, в течение которого животное сохраняет экономически выгодный уровень продуктивности

**138. Развитие зиготы в начальный период онтогенеза находится под контролем ...**

1. Генетической информации обоих родителей
2. Генетической информации материнского организма
3. Генетической информации отцовского организма

**139. Критические периоды развития, это ...**

1. Периоды, когда организм наиболее чувствителен к изменяющимся условиям внешней среды

2. Периоды, которые начинаются с поздней бластулы
3. Такие периоды, когда развитие организма контролируется генами обоих родителей

4. 1 + 2 + 3

**140. Пенетрантность, это ...**

1. Частота фенотипического проявления генов в популяции, выражается в %
2. Способность гена проявляться в фенотипе
3. Сила действия гена, характеризуется степенью его фенотипического проявления

**141. Экспрессивность, это ...**

1. Частота фенотипического проявления генов в популяции, выражается в %
2. Способность гена проявляться в фенотипе
3. Сила действия гена, характеризуется степенью его фенотипического проявления

**142. Гормональная регуляция осуществляется ...**

1. Железами внешней секреции
2. Железами внутренней секреции
3. Ферментами и витаминами

**143. Одиночные, или сцеплено наследуемые в виде постоянного сочетания антигены, которые передаются от родителей потомкам как наследственные единицы, это ...**

1. Группы крови
2. Системы крови
3. Тип крови

**144. Количество групп крови в системе АВО у человека ...**

1. 2
2. 3
3. 4
4. 5

**145. Количество систем групп крови у крупного рогатого скота ...**

1. 9
2. 12
3. 17
4. 16

**146. Антигенность, иммуногенность, специфичность, это свойства ....**

1. Антигенов
2. Популяции
3. Гена
4. Генетического кода

**147. Системы групп крови подразделяются на ...**

1. Монозиготные, дизиготные
2. Широкие, узкие
3. Простые, сложные

**148. Самой сложной системой крови у крупного рогатого скота является ...**

1. Система А
2. Система В
3. Система I
4. Система L

**149. Теории, объясняющие явление гетерозиса ...**

1. Доминирование
2. Сверхдоминирование
3. Облигатной гетерозиготности
4. 1 + 2 + 3

**150. Морфологический, биохимический, географический, генетический, физиологический, это критерии ...**

1. Вида
2. Типа
3. Породы
4. Отряда

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Кариотипы живых организмов (от max до min)

| Вид животного      | Хромосомный набор клеток     |                        | Вид животного        | Хромосомный набор клеток     |                        |
|--------------------|------------------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|------------------------|
|                    | соматической диплоидный (2n) | половой гаплоидный (n) |                      | соматической диплоидный (2n) | половой гаплоидный (n) |
| 1                  | 2                            | 3                      | 4                    | 5                            | 6                      |
| Радиолария         | 1000–1600                    | 500–900                | Лосось Атлантический | 54–60                        | 27–30                  |
| Русский осетр      | 250 ± 8                      | 125 ± 4                | Овца                 | 54                           | 27                     |
| Стерлядь           | 118 ± 2                      | 59 ± 1                 | Горбуша              | 54                           | 27                     |
| Себрюга            | 118 ± 2                      | 59 ± 1                 | Океанская сельдь     | 52–54                        | 26–27                  |
| Белуга             | 118 ± 2                      | 59 ± 1                 | Лещ                  | 50                           | 25                     |
| Речной рак         | 116                          | 58                     | Плотва               | 50                           | 25                     |
| Сазан              | 100–104                      | 50–52                  | Щука обыкновенная    | 50                           | 25                     |
| Карп               | 100                          | 50                     | Линь                 | 48                           | 24                     |
| Золотой карась     | 100                          | 50                     | Белый амур           | 48                           | 24                     |
| Серебристый карась | 100                          | 50                     | Белый толстолобик    | 48                           | 24                     |
| Гусь               | 82                           | 41                     | Пестрый толстолобик  | 48                           | 24                     |
| Индейка            | 82                           | 41                     | Окунь обыкновенный   | 48                           | 24                     |
| Голубь             | 80                           | 40                     | Камбала              | 48                           | 24                     |
| Утка               | 80                           | 40                     | Картофель            | 48                           | 24                     |
| Курица             | 78                           | 39                     | Таракан              | 48                           | 24                     |
| Перепел            | 78                           | 39                     | Шимпанзе             | 48                           | 24                     |
| Собака             | 78                           | 39                     | Человек              | 46                           | 23                     |
| Кета               | 74                           | 37                     | Кролик               | 44                           | 22                     |
| Пелядь             | 74                           | 37                     | Нутрия               | 42                           | 21                     |
| Лошадь             | 64                           | 33                     | Пшеница мягкая       | 42                           | 21                     |
| Осел               | 62                           | 31                     | Свинья               | 38                           | 19                     |
| Сом обыкновенный   | 60                           | 30                     | Соболь               | 38                           | 19                     |

Окончание прил. 1

| 1                     | 2     | 3     | 4              | 5  | 6  |
|-----------------------|-------|-------|----------------|----|----|
| КРС                   | 60    | 30    | Кошка          | 38 | 19 |
| Коза                  | 60    | 30    | Томат          | 24 | 12 |
| Радужная форель       | 58–62 | 29–31 | Кукуруза       | 20 | 10 |
| Стальноголовый лосось | 58–62 | 29–31 | Муха домашняя  | 12 | 6  |
| Норка                 | 58    | 29    | Муха-дрозофила | 8  | 4  |

Приложение 2

### Генетическая символика

*Доминантные признаки* – А, В, С, Д (заглавные буквы латинского алфавита).

*Рецессивные признаки* – а, в, с, d (строчные буквы латинского алфавита).

*Родители (parentes)* – Р.

*Женский пол* – ♀ (зеркало Венеры).

*Мужской пол* – ♂ (щит и копье Марса).

*Типы гамет* – G.

*Знак скрещивания* – ×.

*Гибриды первого поколения* – F<sub>1</sub> (Filli – дети).

*Гибриды второго поколения* – F<sub>2</sub>.

**При составлении схемы скрещивания генотип материнской особи пишут на первом месте, а отцовской – на втором.**

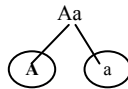
### Определение типов гамет при независимом наследовании признаков

Обязательным условием составления схем моногибридного и полигибридного скрещивания является правильное определение типов гамет. Гаметы несут только по одной из гомологических хромосом, т.е. по одной аллели каждого гена. Исходя из этого гомозигота всегда образует один тип гамет.

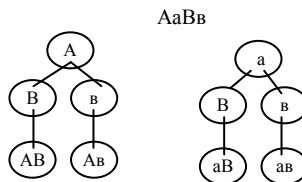
Для определения типов гамет, образуемых гетерозиготами при независимом наследовании, используется формула:  $2^n$  ( $n$  – число гетерозигот в генотипе).

#### Пример:

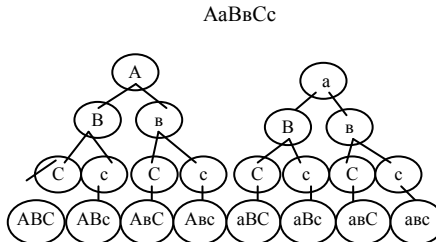
1. *Моногетерозигота* Aa дает два типа гамет ( $2^1 = 2$ )



2. *Дигетерозигота* AaBb дает гаметы четырех типов ( $2^2 = 4$ ) в равном соотношении



3. *Тригетерозигота* AaBbCc дает гаметы восьми типов ( $2^3 = 8$ ) в равном соотношении



### Построение решетки Пеннета

#### а) дигибридное скрещивание ( $F_2$ ):

в верхней горизонтальной строке записываем типы гамет одного родителя, а слева горизонтально располагаем типы гамет другого родителя. В каждый квадрат на пересечении столбца и строки записываем генотип и фенотип потомка. Получается 16 возможных сочетаний гамет отца и матери.

| ♂  | ♀    |      |      |      |
|----|------|------|------|------|
|    | 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 наследования признаков (расщепление по фенотипу) удобно пользоваться так называемым **фенотипическим радикалом**, т. е. той частью генотипа данного организма, которая определяет изучаемые признаки. Таким образом, расщепление по фенотипу будет следующим:

9 – A\_B\_

3 – A\_вв

3 – aaB\_

1 – aавв

Расщепление по фенотипу: 9 : 3 : 3 : 1. Расщепление гибридов  $F_2$  по генотипу в следующем соотношении:

| AABB | AaBB | AABb | AaBb | AAbb | Aabb | aaBB | aaBb | aabb |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1    | 2    | 2    | 4    | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    |

Количество фенотипов в  $F_2$  будет равно 4.

Разных генотипов (количество генотипов) в  $F_2$  будет 9.

#### б) тригибридное скрещивание ( $F_2$ ):

в верхней горизонтальной строке записываем типы гамет одного родителя, а слева горизонтально располагаем типы гамет другого родителя. В каждый квадрат на пересечении столбца и строки записываем генотип и фенотип потомка. Получается 64 возможных сочетания гамет отца и матери.

| ♀   | ♂      |        |        |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|     | ABC    | ABc    | AbC    | Abc    | Abc    | aBc    | aBC    | abc    |
| ABC | AABBCC | AABBCc | AABbCC | AABbCc | AaBBCC | AaBBCc | AaBbCC | AaBbCc |
| ABc | AABBCc | AABBcc | AABbCc | AABbcc | AaBBcC | AaBBcc | AaBbCc | AaBbcc |
| AbC | AABbCC | AABbCc | AAbbCC | AAbbCc | AaBbCC | AaBbCc | AabbCC | AabbCc |
| Abc | AABbCc | AABbcc | AAbbCc | AAbbcc | AaBbCc | AaBbcc | AabbCc | Aabbcc |
| aBC | AaBBCC | AaBBCc | AaBbCC | AaBbCc | aaBBCC | aaBBCc | aaBbCC | aaBbCc |
| aBc | AaBBCc | AaBBcc | AaBbCc | AaBbcc | aaBBcC | aaBBcc | aaBbCc | aaBbcc |
| avC | AaBbCC | AaBbCc | AabbCC | AabbCc | aaBbCC | aaBbCc | aabbCC | aabbCc |
| avc | AaBbCc | AaBbcc | AabbCc | Aabbbc | aaBbCc | aaBbcc | aabbCc | aabbbc |

Таким образом, расщепление по **фенотипу** будет следующим:

|        |        |        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 27     | 9      | 9      | 9      | 3      | 3      | 3      | 1      |
| A_B_C_ | A_B_cc | A_vvC_ | aaB_C_ | A_vvcc | aaB_cc | aavvC_ | aavvcc |

При анализе наследования признаков (расщепление по фенотипу) удобно пользоваться так называемым **фенотипическим радикалом**, т.е. той частью генотипа данного организма, которая определяет изучаемые признаки. Таким образом, расщепление по фенотипу будет следующим:

27 – A\_B\_C\_  
 9 – A\_B\_cc  
 9 – A\_vvC\_  
 9 – aaB\_C\_  
 3 – A\_vvcc  
 3 – aaB\_cc  
 3 – aavvC\_  
 1 – aavvcc

Количество **фенотипов** в F<sub>2</sub> будет равно **8**.

Разных **генотипов** (количество генотипов) в F<sub>2</sub> будет **27**.

## Приложение 5

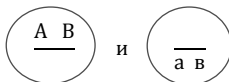
### Определение типов гамет при сцеплении генов (полное и неполное)

При изучении сцепления генов используется специальная символика, рекомендованная XII Международным генетическим конгрессом в Токио (1966 г.).

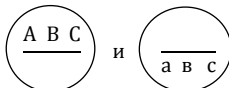
Хромосомы обозначаются черточками, а локализованные в них гены, контролируемые развитие признаков – буквенными символами.

*При сцепленном наследовании* (гены расположены в одной хромосоме):

$\frac{AB}{av}$  – дигибрид (сцеплены два гена), образует два типа гамет



$\frac{ABC}{avc}$  – тригибрид (сцеплены три гена), образует два типа гамет



Гены, находящиеся в одной хромосоме, наследуются вместе и при гаметогенезе попадают в одну гамету.

## Реализация генетической информации при сцепленном наследовании

### Схемы анализирующего скрещивания

*А. При сцепленном наследовании (полное сцепление генов)*

$$P: \text{♀} \frac{AB}{ab} \times \text{♂} \frac{ab}{ab}$$

$$G: \frac{A}{A} \frac{B}{B} \quad \frac{a}{a} \frac{b}{b} \quad \frac{a}{a} \frac{b}{b}$$

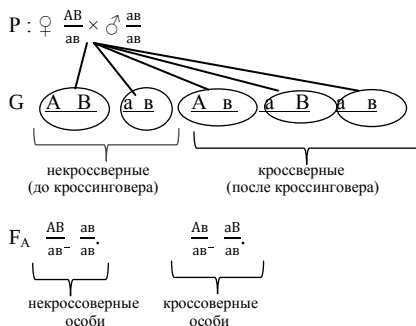
$$F_A: \frac{AB}{ab}; \frac{ab}{ab}$$

Потомство (F) анализирующего скрещивания будет иметь два генотипа и два фенотипа.

Расщепление по генотипу и фенотипу 1:1.

*В. При сцепленном наследовании (неполное сцепление).*

Причиной, нарушающей сцепление генов, является кроссинговер, протекающий в профазе мейоза I.



В потомстве (F) анализирующего скрещивания будут как кроссоверные, так и некроссоверные особи. В данном случае будет получено четыре разных генотипа и четыре разных фенотипа, но не в равном процентном соотношении.

При неполном сцеплении возникают два новых класса зигот с иным, чем у родителей, сочетанием генов, которые всегда составляют менее 50 %.

Появление новых форм (кроссоверов) зависит от частоты кроссинговера (рекомбинации).

Частота кроссинговера определяется в процентах и служит показателем расстояния между генами:

$$X = \frac{A + B}{N} \cdot 100 \%,$$

где X – частота кроссинговера;

A и B – число кроссоверных особей;

N – общее количество особей.

За единицу расстояния между генами принята морганида, равная 1 % кроссинговера.

**Типы хромосомного определения пола**

| Тип определения пола    | Набор половых хромосом |    | Организмы                                                                   |
|-------------------------|------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------|
|                         | ♀                      | ♂  |                                                                             |
| 1. ХУ<br>(дрозофильный) | XX                     | ХУ | Человек, млекопитающие, некоторые виды рыб, многие беспозвоночные, растения |
| 2. ХУ                   | ХУ                     | XX | Птицы, бабочки,                                                             |
| 3. ХО                   | XX                     | ХО | Кузнечики, клопы                                                            |
| 4. ХО                   | ХО                     | XX | Моли                                                                        |

**Генетический код биосинтеза белка Ниренберга – Кораны**  
(таблица соответствия между кодонами РНК и аминокислотами)

| 1-й нуклеотид | 2-й нуклеотид |                                    |            |               |                                                    |                                                  |            |               | 3-й нуклеотид    |
|---------------|---------------|------------------------------------|------------|---------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|------------|---------------|------------------|
|               | У             |                                    | Ц          |               | А                                                  |                                                  | Г          |               |                  |
| У             | УУУ           | Фенилаланин (фен)                  | УЦУ        | Серин (сер)   | УАУ                                                | Тирозин (тир)                                    | УГУ        | Цистеин (цис) | У<br>Ц<br>А<br>Г |
|               | УУЦ           |                                    | УЦЦ        |               | УАЦ                                                |                                                  | УГЦ        |               |                  |
|               | УУА<br>УУГ    | Лейцин (лей)                       | УЦА<br>УЦГ |               | УАА – <i>терминатор</i><br>УАГ – <i>терминатор</i> | УГА – <i>терминатор</i><br>УГГ – триптофан (три) |            |               |                  |
| Ц             | ЦУУ           | Лейцин (лей)                       | ЦЦУ        | Пролин (про)  | ЦАУ                                                | Гистидин (гис)                                   | ЦГУ        | Аргинин (арг) | У<br>Ц<br>А<br>Г |
|               | ЦУЦ           |                                    | ЦЦЦ        |               | ЦАЦ                                                |                                                  | ЦГЦ        |               |                  |
|               | ЦУА<br>ЦУГ    |                                    | ЦЦА<br>ЦЦГ |               | ЦАА<br>ЦАГ                                         | Глютамин (глу)                                   | ЦГА<br>ЦГГ |               |                  |
| А             | АУУ           | Изолейцин (изо)                    | АЦУ        | Треонин (тре) | ААУ                                                | Аспарагин (аспн)                                 | АГУ        | Серин (сер)   | У<br>Ц<br>А<br>Г |
|               | АУЦ           |                                    | АЦЦ        |               | ААЦ                                                |                                                  | АГЦ        |               |                  |
|               | АУА<br>АУГ    | Метионин (мет)<br><i>Инициатор</i> | АЦА<br>АЦГ |               | ААА<br>ААГ                                         | Лизин (лиз)                                      | АГА<br>АГГ | Аргинин (арг) |                  |
| Г             | ГУУ           | Валин (вал)                        | ГЦУ        | Аланин (ала)  | ГАУ                                                | Аспарагиновая кислота (асп)                      | ГГУ        | Глицин (гли)  | У<br>Ц<br>А<br>Г |
|               | ГУЦ           |                                    | ГЦЦ        |               | ГАЦ                                                |                                                  | ГГЦ        |               |                  |
|               | ГУА<br>ГУГ    |                                    | ГЦА<br>ГЦГ |               | ГАА<br>ГАГ                                         | Глютаминová кислота (глу)                        | ГГА<br>ГГГ |               |                  |

### Закон Харди-Вайнберга для расчета генетической структуры популяции.

#### Генетическая символика

$pA$  – концентрация или частота в популяции гамет с геном  $A$ .

$qa$  – концентрация в популяции гамет с геном  $a$ .

$p^2$  – частота гомозигот  $AA$

$q^2$  – частота гомозигот  $aa$ .

$2pq$  – частота гетерозигот  $Aa$ .

В основе закона Харди – Вайнберга лежит представление о том, что подбор пар и встречаемость мужских и женских гамет происходят случайно.

| $\delta / \varphi$ | $p(A)$    | $q(a)$    |
|--------------------|-----------|-----------|
| $p(A)$             | $p^2(AA)$ | $pq(Aa)$  |
| $q(a)$             | $pq(Aa)$  | $q^2(aa)$ |

#### Первое положение закона Харди-Вайнберга:

$P(A) + q(a) = 1$  (сумма частот аллелей одного гена в популяции равна единице),

где  $P$  – частота доминантного аллеля  $A$ ;

$q$  – частота рецессивного аллеля  $a$ .

Обе величины обычно принято выражать в долях единицы, реже – в процентах (тогда  $P + q = 100\%$ ).

#### Второе положение закона Харди-Вайнберга:

$P^2(AA) + 2Pq(Aa) + q^2(aa) = 1$ ,

где  $P^2$  – частота гомозиготных особей по доминантному аллелю (генотип  $AA$ );

$2Pq$  – частота гетерозигот (генотип  $Aa$ );

$q^2$  – частота гомозиготных особей по рецессивному аллелю (генотип  $aa$ ).

Из приведенной формулы следует что:

а) частота гомозиготных особей равняется квадрату частоты доминантного гена  $P^2(AA)$ ;

б) частота гомозиготных рецессивных особей равняется квадрату частоты рецессивного гена  $q^2(aa)$ ;

в) частота гетерозиготных особей равняется удвоенному произведению частот обеих аллелей  $2pq (2Aa)$ .

#### Третье положение закона Харди-Вайнберга:

В равновесной популяции частоты аллелей и частоты генотипов сохраняются в ряду поколений.

#### Иммуногенетика.

#### Группы крови у человека по системе *ABO*

В 1900 году К. Ландштейнер открыл у человека три группы крови по системе *ABO* на основе изучения специфических реакций эритроцитов, происходящих при переливании крови. В 1907 году Я. Янский открыл четвертую группу крови.

### Группы крови у человека по системе ABO

| Группы крови | Анти-гены | Генотипы                                           | Антитела        | В какую группу можно переливать       |
|--------------|-----------|----------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------|
| <b>I</b>     | <b>0</b>  | $I^0I^0$ (00)<br>(только гомозиготна и рецессивна) | $\alpha, \beta$ | I, II, III, IV<br>универсальный донор |
| <b>II</b>    | <b>A</b>  | $I^AI^A, I^AI^0$ (AA, AO)                          | $\beta$         | II, IV                                |
| <b>III</b>   | <b>B</b>  | $I^BI^B, I^BI^0$ (BB, BO)                          | $\alpha$        | III, IV                               |
| <b>IV</b>    | <b>AB</b> | $I^AI^B$ (AB)                                      | –               | IV универсальный реципиент            |

Приложение 9

### Оценка и инбридинга

#### 1. Оценка инбридинга по А. Шапоружу.

В основе оценки инбридинга по Шапоружу – Пушу лежит анализ родословных (генеалогический метод).

При этом учитываются ряды родословной, в которых встречается общий предок, начиная с первого ряда. Запись проводят римскими цифрами, начиная с материнской стороны родословной. Цифры, показывающие ряды повторяющихся предков, в каждой стороне родословной разделяют запятыми, а построение в обоих рядах родословной – тире.

В зависимости от ряда предков, где встречаются одинаковые клички животных, по классификации Пуша, различают следующие степени инбридинга:

**кровосмешение** – 25 %:

I – II – мать-сын,

II – I – дочь-отец,

II – II – сестра-брат,

I – III, III – I – бабушка – внук, внучка – дед;

**близкий** – 12,5–25 %:

III – II, II – III, III – III, I – IV, IV – I;

**умеренный** – 1,55–12,5 %:

I – V, II – IV, II – V, III – IV, III – V, IV – IV, IV – V.

#### 2. Оценка инбридинга по С. Райту – Д. А. Кисловскому.

Для количественной характеристики инбридинга используется расчет коэффициента инбридинга (коэффициента возрастания гомозиготности).

$$F_x = [\Sigma (\frac{1}{2})^{n+p-1} (1 + fa)] \cdot 100,$$

где  $F_x$  – коэффициент инбридинга,

$\Sigma$  – сумма коэффициентов инбридинга на разных общих предков,

$n$  – ряд предков со стороны отца,

$p$  – ряд предков со стороны матери,

$(1 + fa)$  – коэффициент инбридинга для общего предка, если он получен инбридингом.

гом.

### Значения $\frac{1}{2}$ при возведении в степень

| Показатель      | Значение | Показатель      | Значение | Показатель         | Значение |
|-----------------|----------|-----------------|----------|--------------------|----------|
| $\frac{1}{2}^2$ | 0,25     | $\frac{1}{2}^5$ | 0,03125  | $\frac{1}{2}^8$    | 0,0039   |
| $\frac{1}{2}^3$ | 0,125    | $\frac{1}{2}^6$ | 0,0156   | $\frac{1}{2}^9$    | 0,00195  |
| $\frac{1}{2}^4$ | 0,0625   | $\frac{1}{2}^7$ | 0,00781  | $\frac{1}{2}^{10}$ | 0,00097  |

Приложение 10

### Расчет гетерозиса

**Истинный тип гетерозиса** определяется по величине превосходства признака у помесных животных над обеими родительскими формами.

$$\Gamma_{\text{ист}} = \frac{F_1 - P_{\text{луч}}}{P_{\text{луч}}} 100,$$

где  $\Gamma_{\text{ист}}$  – гетерозис истинный;

$F_1$  – показатель изучаемого признака гибридов  $F_1$ ;

$P_{\text{луч}}$  – показатель изучаемого признака лучшего родителя.

Другой тип гетерозиса – **гипотетический**, когда признаки помесного потомства превосходят среднеарифметический уровень обоих родителей.

$$\Gamma_{\text{гип}} = \frac{F_1 - P_{\text{сред}}}{P_{\text{сред}}} 100,$$

где  $\Gamma_{\text{гип}}$  – гетерозис гипотетический;

$F_1$  – показатель изучаемого признака гибридов  $F_1$ ;

$P_{\text{сред}}$  – средний показатель изучаемого признака родителей.

**Эффект гетерозиса** – превосходство гибридов  $F_1$  над чистопородными сверстниками по большинству хозяйственно полезных признаков.

$$\text{ЭГ} = \frac{B - A}{[(B_1 - A_1) + (B_2 - A_2)] \div 2} 100,$$

где  $A$  – показатель изучаемого признака у гибридов  $F_1$  на начало периода;

$B$  – показатель изучаемого признака у гибридов  $F_1$  на конец периода;

$A_1, A_2$  – показатель изучаемого признака чистопородных сверстниц на начало периода;

$B_1, B_2$  – показатель изучаемого признака чистопородных сверстниц на конец периода.

На основании расчета эффекта гетерозиса делается вывод об эффективности скрещивания:

если показатель равен 30 % и более – **высокий** гетерозис;

если показатель равен 15–20 % – **положительный** гетерозис.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бакай, А. В. Генетика : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Зоотехния» / А. В. Бакай, И. И. Кочиш, Г. Г. Скрипниченко. – Москва : КолосС, 2006. – 448 с.
2. Сборник задач по медицинской генетике и биологии / Т. В. Викторова [и др.]. – Уфа : Изд-во ГБОУ ВПО БГМУ Минздрава России, 2015. – 121 с.
3. Заяц, Р. Г. Основы общей и медицинской генетики / Р. Г. Заяц, И. В. Рачковская. – Минск : Выш. шк., 1998. – С. 29–31.
4. Каминская, Э. А. Сборник задач по генетике / Э. А. Каминская. – Минск : Выш. шк., 1977. – 128 с.
5. Крестьянинов, В. Ю. Сборник задач по генетике с решениями / В. Ю. Крестьянинов, Г. Б. Вайнер. – Москва : Лицей, 2012. – 62 с.
6. Меркурьева, Е. К. Практикум по генетике / Е. К. Меркурьева, С. Х. Ларцева, М. К. Муксинов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 288 с.
7. Песецкая, Л. Н. Сборник задач с решениями по генетике / Л. Н. Песецкая, Г. Г. Гончаренко. – Минск : Сэр-Вит, 2004. – 144 с.
8. Петухов, В. Л. Генетика = Genetics : учебник / В. Л. Петухов, О. С. Короткевич, С. Ж. Стамбеков ; Семипалатинский государственный педагогический институт. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск : СемГПИ, 2007. – 628 с.
9. Писарчик, Г. А. Сборник задач по генетике / Г. А. Писарчик, А. В. Писарчик. – Минск : Аверсэв, 2007. – 248 с.
10. Рысьева, Т. Г. Задачи по биологии : Задачник / Т. Г. Рысьева, С. В. Дедюхин, Ю. А. Тюлькин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ижевск : Удмуртский университет, 2010. – 157 с.
11. Сборник задач по генетике / Н. П. Максимова [и др.]. – Минск : БГУ, 2008. – 167 с.
12. Сборник задач по генетике / сост.: Т. В. Мазяркина, Е. С. Иванов, Е. А. Лупанов ; Ряз. гос. ун-т им. С. А. Есенина. – Рязань, 2008. – 88 с.
13. Сборник задач по генетике / А. В. Вишневец [и др.]. – Витебск : УО ВГАВМ, 2015. – 68 с.

Учебное издание

**Долина** Дануся Станиславовна  
**Соболева** Валентина Федоровна  
**Видасова** Татьяна Викторовна и др.

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ГЕНЕТИКЕ

Учебно-методическое пособие

Редактор  
Технический редактор  
Корректор  
Компьютерный набор и верстка

Подписано в печать .12.2020. Формат 60×84  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .  
Тираж экз. Заказ .