

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Волхонов Михаил Станиславович
Должность: Ректор
Дата подписания: 14.02.2025 17:12:25
Уникальный программный ключ:
40a6db1879d6a9ee29ec8e0ffb2f95e4614a0998

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра агрохимии, биологии и защиты растений

ОБЩАЯ ГЕНЕТИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*Для контактной и самостоятельной работы студентов,
обучающихся по направлениям подготовки 35.03.04 Агрономия,
35.03.05 Садоводство, очной формы обучения*

КАРАБАЕВО
Костромская ГСХА
2025

УДК 581.167

ББК 28.54

О 28

Составитель: канд. с.-х. наук, доцент, заведующий кафедрой агрохимии, биологии и защиты растений Костромской ГСХА Ю.В. Смирнова.

Рецензент: канд. с.-х. наук, доцент, доцент кафедры земледелия, растениеводства и селекции Костромской ГСХА С.В. Болнова.

Рекомендовано методической комиссией факультета агробизнеса в качестве методических указаний для контактной и самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.04 Агрономия, 35.03.05 Садоводство, очной формы обучения

О 28 **Общая генетика** : методические указания / сост. Ю.В. Смирнова. — Караваево : Костромская ГСХА, 2025. — 39 с. ; 20 см. — 50 экз. — Текст непосредственный.

Издание составлено с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта и предназначено для изучения процессов жизнедеятельности, происходящих в растительном организме.

Методические указания предназначен для аудиторной и самостоятельной работы студентов, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.04 Агрономия, 35.03.05 Садоводство очной формы обучения.

УДК 581.167

ББК 28.54

ОГЛАВЛЕНИЕ:

| | |
|--|----|
| Введение | 4 |
| I МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ | 5 |
| Лабораторная работа 1 «Строение и функции нуклеиновых кислот» | 5 |
| Лабораторная работа 2 «Механизм белкового синтеза» | 7 |
| Лабораторная работа 3 «Строение хромосом и кариотипы сельскохозяйственных растений» | 9 |
| Лабораторная работа 4 КОЛЛОКВИУМ | 11 |
| II ОСНОВЫ ГИБРИДОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА | 13 |
| Лабораторная работа 5 «Цитологические основы наследственности» | 13 |
| Лабораторная работа 6 «Основы гибридологического анализа» | 14 |
| Лабораторная работа 7 «Гибридологический анализ при дигибридном и полигибридном скрещивании» | 16 |
| Лабораторная работа 8 «Закономерности наследования признаков при различных типах взаимодействия генов» | 18 |
| Лабораторная работа 9 «Взаимодействие генов и статистическая оценка результатов расщепления» | 20 |
| Лабораторная работа 10 КОЛЛОКВИУМ | 22 |
| III МЕТОДЫ ИНТЕНСИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕНОТИПЫ РАСТЕНИЙ | 24 |
| Лабораторная работа 12 «Инбридинг и гетерозис» | 24 |
| Лабораторная работа 13 «Мутационная и модификационная изменчивость» | 27 |
| Лабораторная работа 14 «Полиплоидия» | 30 |
| Лабораторная работа 15 «Генетика популяций» | 32 |
| Лабораторная работа 16 КОЛЛОКВИУМ | 33 |
| СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ | 35 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 36 |

ВВЕДЕНИЕ

В реализации программы продовольственной безопасности Российской Федерации важное место занимает генетика – наука о наследственности и изменчивости организмов. Генетика является важнейшей теоретической и практической дисциплиной, которая серьезно влияет на современное развитие сельского хозяйства. Явления, которые она исследует, интересны и значимы во всех сферах жизнедеятельности человека. Овладеть генетикой для бакалавра сельского хозяйства совершенно необходимо: это даст возможность познать методы управления наследственностью и изменчивостью для получения нужных человеку форм организмов и в целях управления их индивидуальным развитием.

Генетика является теоретической основой селекции, а сорта и гибриды на современном этапе развития сельскохозяйственного производства – один из основных факторов интенсификации земледелия.

Бакалавр сельского хозяйства должен знать генетическую природу сорта (гибрида) и на ее основе разрабатывать сортовую агротехнику, комплекс мер по защите растений от болезней, вредителей и других неблагоприятных факторов окружающей среды.

В рамках изучения дисциплины студенты выполняют лабораторные работы по разделам: Молекулярные основы генетики, Основы гибридологического анализа, Методы интенсивного воздействия на генотипы растений. Каждый раздел заканчивается собеседованием по практическим и теоретическим вопросам, которое проводится в виде коллоквиума.

Изучение основных разделов генетики сопровождается решением задач по одиннадцати разделам практического направления. Кроме лабораторных работ студенты выполняют две письменные самостоятельные работы. Планы выполнения работ приведены в приложении к методическим указаниям.

Методические указания составлены на основе лабораторного практикума, составленного профессором И.А. Матаруевой.

I. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ

Лабораторная работа 1

«Строение и функции нуклеиновых кислот»

Цель работы: уяснить роль нуклеиновых кислот в осуществлении основных жизненных функций организмов.

Основные термины и определения: нуклеотид, азотистое основание, аденин, гуанин, тимин, цитозин, урацил, комплементарность азотистых оснований, редупликация, репликация.

Вопросы для подготовки к занятию

1. Химический состав нуклеиновых кислот и их. типы.
2. Сходства и отличия в их строении.
3. Условия и механизм синтеза нуклеиновых кислот.
4. Локализация в клетке и функции нуклеиновых кислот НК.

План работы

1. Определить молекулярный вес нуклеотидов ДНК и РНК.
2. Определить источники поступления и соотношение химических элементов, необходимых для построения НК у растений.
3. Ответить на вопрос: «Если в начале роста сельскохозяйственных растений устанавливается засушливая погода — рост растений затормаживается, какие генетические механизмы являются причиной этого явления?»

Методические указания по выполнению работы

1. Изучение строения нуклеотидов ДНК и РНК

Наследственность всех организмов связана с функциями нуклеиновых кислот. У всех организмов обнаружена ДНК, и только в состав некоторых вирусов вместо нее входит РНК. Пространственную модель молекулы ДНК установили в 1953 г. Дж. Уотсон и Ф. Крик.

Порядок выполнения работы:

- 1) Получить карточку со структурной формулой нуклеотида;

- 2) Изучить строение нуклеотида. Построить в своей тетради его структурную формулу и отметить на рисунке основные соединения, входящие в его состав. Сделать описание нуклеотида и соответствии с формой таблицы 1.

Таблица 1 – Описание нуклеотида

| Признаки | Характеристика |
|--|----------------|
| Название нуклеотида | |
| Относится к нуклеиновой кислоте | |
| Имеет сахар | |
| Содержит азотистое основание | |
| Азотистое основание относится к группе | |
| Химическая формула | |
| Молекулярная масса | |
| Нуклеотид комплементарный данному | |

Вывод:

- 3) Составить сводную таблицу характеристики всех нуклеотидов ДНК и РНК по форме таблицы 2.

Таблица 2 – Характеристика нуклеотидов ДНК и РНК

| Название кислоты | Название нуклеотида | Химическая формула | Молекулярная масса | Общая масса комплементарной пары | |
|------------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|-----|
| | | | | А-Т | Г-Ц |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Вывод:

2. *Определение источников поступления и соотношения химических элементов, необходимых для построения НК у растений.*

В выводе записать, какие химические элементы требуются для построения нуклеиновых кислот и из каких источников их получают растения в процессе своего роста.

3. *Ответ на вопрос, поставленный в п. 4.*

Лабораторная работа 2

«Механизм белкового синтеза»

Цель работы: понять, что такое генетическая детерминация признаков и показать это на примере сельскохозяйственных растений.

Основные термины и определения: ген, геном, генотип, транскрипция, трансляция, И-РНК, Т-РНК, полипептидная цепь, белковая молекула.

Вопросы для подготовки к занятию

1. Механизмы записи наследственной информации.
2. Понятие о генетическом коде и свойства кода.
3. Механизмы реализации наследственной информации.
4. Каким образом контролируется формирование конкретных признаков организма.
5. Как осуществляется синтез белка и как он связан с процессами фотосинтеза и дыхания растений.

План работы

1. Вручную провести моделирование синтеза запасных белков 3-х сельскохозяйственных растений — ячменя, пшеницы и кукурузы.
2. Сделать сравнительный анализ структуры запасных белков и определяющих их генов.
3. Базируясь на проведенном исследовании, письменно объясните, чем обусловлены различные качественные характеристики и потребительские свойства зерна основных хлебных злаков.

Методические указания по выполнению работы

1. Проведение моделирования синтеза запасных белков 3-х сельскохозяйственных растений — ячменя, пшеницы и кукурузы.

Получить у преподавателя карточку с последовательностью нуклеотидов структурных генов, отвечающих за синтез следующих запасных белков:

Гордеин-С —(ячмень);

Глеадин А — (пшеница);

Зеин-1 — (кукуруза).

Провести моделирование синтеза информационной РНК и аминокислотной последовательности белка на компьютере или вручную.

На основании полученных данных сделать сравнение белков по следующей форме (табл. 3).

Таблица 3 – Сравнительная характеристика запасных белков хлебных злаков

| Растения | Название структурного белка | Количество аминокислот, всего | Количество разных аминокислот | Количество лизина |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Вывод:

2. Сравнительный анализ структуры членов запасных белков.

В современной генетике часто приходится прибегать к методу ресинтеза структуры гена по известковой структуре белка. Состав белковых молекул сейчас расшифровывается достаточно легко с помощью аминокислотных анализаторов. Восстановление структуры гена по белку дает возможность сравнить различные гены между собой и проводить манипуляции с генами при генной инженерии.

Порядок выполнения работы

- 1) Получите у преподавателя карточку с аминокислотной последовательностью одного из белков сельскохозяйственных растений.
- 2) Сравните структурные гены запасных белков и заполните таблицу 4.

Таблица 4 – Сравнение структурных генов запасных белков сельскохозяйственных растений

| Название белка | Характеристика гена | | | |
|----------------|------------------------|----------------|----------------|---------------------------|
| | Кол-во пар нуклеотидов | Кол-во пар А+Т | Кол-во пар Г+Ц | Коэффициент специфичности |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Вывод:

4. Ответ на вопрос, поставленный в п. 4.

Лабораторная работа 3

«Строение хромосом и кариотипы сельскохозяйственных растений»

Цель работы: выяснить механизмы видоспецифичности сельскохозяйственных растений и других организмов.

Основные термины и определения: хромосома, хромонема, центромера, плечевой индекс, центромерный индекс, кариотип.

Вопросы для подготовки к занятию

1. На каком этапе клеточного цикла формируются хромосомы?
2. Этапы формирования хромосом.
3. Строение хромосом.
4. Морфологические типы хромосом.

План работы

1. Зарисовать основные морфологические типы хромосом.
2. Составить идеограмму кариотипа одного из сельскохозяйственных растений и дать его характеристику.
3. Сравнить кариотипы нескольких сельскохозяйственных растений.

4. Ответить на вопрос: «Какое значение имеет тот факт, что каждый вид обладает специфическим кариотипом и в каких случаях это следует учитывать в сельскохозяйственной практике».

Методические указания по выполнению работы

1. Изучение основных морфологических типов хромосом.

Хромосома — это многократно спирализованная молекула ДНК, соединенная с белками-гистонами. Хромосомы разнообразны по размерам и форме.

Морфологический тип хромосом определяется по расположению центромеры.

Зарисуйте 4 типа хромосом с указанием их плечевых индексов:

- 1) метацентрические; 2) субметацентрические; 3) акроцентрические; 4) телоцентрические.

Кариотип — это совокупность хромосом данного организма, которая характеризуется определенным числом, формой и размерами хромосом.

Для характеристики кариотипов используются следующие показатели:

- абсолютная длина хромосом a , длинное плечо — b , короткое плечо c ;
- относительная длина хромосом L , $L = (a / \Sigma a) \times 100$;
- центромерный индекс C , $C = (c / a) \times 100$;
- плечевой индекс P , $P = b / c$.

Запишите в тетрадь определение этих характеристик.

2. Составление идеограммы кариотипа одного из сельскохозяйственных растений и его характеристика.

Для выполнения задания взять копию фотографии метафазной пластинки одного из сельскохозяйственных растений, вырезать хромосомы, разобрать их на гомологичные пары, наклеить в тетрадь, располагая по размеру в убывающем порядке, измерить и результаты занести в таблицу 5.

Таблица 5 – Характеристика хромосом

| № пары | № хромосомы | Длина | | | | Плечевой индекс | Центромерный индекс | Тип хромосомы |
|--------|-------------|----------|----------|---------------|--------------|-----------------|---------------------|---------------|
| | | абсолют. | относит. | длинное плечо | корот. плечо | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Вывод:

3. Сравнение кариотипов нескольких сельскохозяйственных растений.

Провести сравнение кариотипов нескольких растений, изучаемых на занятии. Данные занести в таблицу 6.

Таблица 6 – Сравнение кариотипов различных растений

| Название растения | Число хромосом | | Относительная длина | Типы хромосом (количество) | | | |
|-------------------|----------------|------------|---------------------|----------------------------|---------------------|------------------|------------------|
| | гаплоидное | диплоидное | | метацентрические | Субметацентрические | Акроцентрические | Телоцентрические |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Вывод:

4. Ответ на вопрос, поставленный в п. 4.

Лабораторно-практическая работа 4

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ ПО РАЗДЕЛУ I

1. Исторические этапы формирования генетики как науки.
2. В чем вы видите собственные задачи и цепи познания курса генетики?
3. Роль нуклеиновых кислот в жизнедеятельности организмов и в передаче наследственной информации. Работы Гриффитса, Эвери, Херши и Чейз.
4. Элементарный состав нуклеиновых кислот и соотношение массы основных элементов, входящих в их состав.
5. Принцип построения ДНК. Локализации в клетке и разнообразие молекул ДНК. Суть и типы процесса репликации.

6. Сходство и различия в строении и функциях РНК и ДНК.
7. Работы Д. Уотсона и Ф. Крика.
8. Суть явления транскрипции. Этапы процесса.
9. Значение синтеза белка в процессе связи «ген-признак».
10. Генетический код. Свойства кода.
11. Этапы белкового синтеза.
12. Типы регуляции белкового синтеза.
13. Регуляторная деятельность РНК. Понятие о джанке.
14. Что такое ген, геном, генотип?
15. В чем проявляется генетическая детерминация признака?
16. Понятие о транспозонах и их регуляторной функции.
17. Генетические этапы индивидуального развития растений.
18. Механизмы генетического обеспечения смены фенологических фаз в онтогенезе растений.
19. В чем проявляется генетическая обусловленность в формировании урожая? Как связаны генетические структуры и физиологические функции?
20. В чем проявляется связь и взаимозависимость генотипа и среды при формировании урожая?
21. Что такое хромосомы, какова их роль при росте и размножении растений?
22. Что такое клеточный цикл и какова продолжительность его этапов?
23. Молекулярные основы формирования хромосом и роль в этом процессе белков гистонов.
24. Морфологические типы строения хромосом с указанием плечевых индексов.

II. ОСНОВЫ ГИБРИДОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Лабораторная работа 5

«Цитологические основы наследственности»

Цель работы: уяснить генетическую суть процессов передачи наследственной информации при митотическом и мейотическом делении клетки и объяснить связь этих явлений с практическими проблемами вегетативного и семенного размножения растений.

Основные термины и определения: митоз, мейоз, двойное оплодотворение, фазы митоза, фазы мейоза.

Вопросы для подготовки к занятию

1. Связь молекулярных и цитологических основ наследственности.
2. Клетка как биологическая система, обеспечивающая реализацию наследственной информации.
3. Способы деления клетки как способы передачи наследственной информации.
4. Общебиологическая и генетическая суть мейоза — механизма, обеспечивающего и стабильность, и изменчивость живых организмов.

План работы

1. Рассмотреть, зарисовать и описать стадии мейоза.
2. Составить таблицу хромосомных наборов основных сельскохозяйственных растений.
3. Объясните, почему при размножении яблони черенками сортовые признаки сохраняются, а при семенном размножении получаются «дички».

Методические указания по выполнению работы

1. Изучение и зарисовка стадии мейоза.

Используя таблицы, зарисовать основные этапы мейоза. Подробно показать 5 этапов профазы 1-го деления: лептонемы, зигонемы, пахинемы, циплонемы, диакене́за. Объяснить суть поведения хромосом на этих этапах и значение его для образования половых клеток (гамет).

2. Составление таблицы хромосомных наборов основных сельскохозяйственных растений.

Выпишите себе в тетрадь число хромосом основных сельскохозяйственных растений.

3. Ответ на вопрос, поставленный в п. 3.

Лабораторная работа 6

«Основы гибридологического анализа»

Цель работы: уяснить основные закономерности формирования признаков при моногибридном и дигибридном скрещивании.

Вопросы для подготовки к занятию

1. Понятие об изменчивости организмов.
2. Типы изменчивости.
3. Природа комбинационной изменчивости.
4. Работы Г. Менделя.
5. Основные термины и символы, применяемые в гибридологическом анализе.

План работы

1. Записать основные понятия и термины, применяемые при гибридизации.
2. Проиллюстрировать характер расщепления потомков при различных типах моногибридного скрещивания.
3. Провести гибридологический анализ при классическом варианте дигибридного скрещивания.
4. Ответьте на вопрос; «Вы решили получить сорт пшеницы высокоурожайный и устойчивый к головне. Ваши действия?»

Методические указания по выполнению работы

1. Изучение основных понятий и терминов, применяемых при гибридизации.

Определить письменно следующие понятия: моногибридное скрещивание, аллельные гены, доминантный ген, рецессивный ген.

гомозиготное растение, гетерозиготное растение, расшифровать обозначение:
 F_1, F_2, F_a, F_B .

2. Изучение характера расщепления потомков при различных типах моногибридного скрещивания.

Зарисовать схемы и объяснить расщепление при моногибридном скрещивании с получением потомства F_1, F_2, F_a, F_B . (табл. 7).

Таблица 7 - Расщепление потомков при различных типах моногибридного скрещивания

| Тип скрещивания | Родители | Гаметы | | Генотипы | Фенотипическое Расщепление |
|-----------------|----------------|--------|------|---------------|----------------------------|
| | | ♀ | ♂ | | |
| Прямое | $AA \times aa$ | A | a | Aa | 1 фенотип |
| Реципрокное | $aa \times AA$ | A | a | Aa | 1 фенотип |
| F-2 | $Aa \times Aa$ | A, a | A, a | $AA, 2Aa, aa$ | 3:1 |
| F-A | $Aa \times aa$ | A, a | a | Aa, aa | 1:1 |
| F-B | $Aa \times AA$ | A, a | A | AA, Aa | 1 фенотип |

3. Проведение гибридологического анализа при классическом варианте дигибридного скрещивания.

Представить схему и провести гибридологический анализ дигибридного скрещивания:

$AABB \times aabb$



Гаметы: ♀ AB ♂ ab

F_1 = Генотип: $AaBb$

$F_2 = F_1 \times F_1$ $AaBb \times AaBb$

На основании данных анализа заполнить таблицу Пеннета (табл. 8);

Таблица 8 - Расщепление потомков при различных типах моногибридного скрещивания

| Гаметы   | AB | $A\bar{b}$ | aB | $a\bar{b}$ |
|--|------|------------|------|------------|
| AB | | | | |
| $A\bar{b}$ | | | | |
| aB | | | | |
| $a\bar{b}$ | | | | |

4. Ответ на вопрос, поставленный в п. 4.

Выводы:

При дигибридном скрещивании образуется:

Типов гамет:

Типов фенотипов:

Количество различных генотипов:

Количество комбинаций:

Расщепления по фенотипу:

Расщепление по генотипу:

Лабораторная работа 7

«Гибридологический анализ при дигибридном и полигибридном скрещивании»

Цель работы: уяснить основные закономерности формирования признаков при полигибридном скрещивании и независимом комбинировании признаков.

Вопросы для подготовки к занятию:

1. Закономерности независимого наследования при полигибридном скрещивании и биологическое обоснование этих закономерностей.
2. Расщепление гибридов второго поколения при ди- и тригибридном скрещивании.

3. Правила отбора гомозиготных генотипов при ди- и полигибридном скрещивании.
4. Современные правила гибридологического анализа.

План работы

1. Решить задачу по гибридизации сельскохозяйственных растений на основе дигибридного скрещивания.
2. Провести генетический анализ результатов гибридизации на основе тригибридного скрещивания при различных способах получения второго поколения гибридов.
3. Выбрать растение и спланировать работу по получению нового сорта с хозяйственно ценными признаками на базе уже имеющихся селекционных сортов.

Методические указания по выполнению работы

1. *Гибридизация сельскохозяйственных растений на основе дигибридного скрещивания.*

Решить задачи на дигибридное скрещивание. Затем подобрать родительские пары и определить размер выборки гибридов второго поколения для получения гибридного сорта пшеницы высокоурожайного и низкостебельного. Все признаки наследуются независимо и подчиняются законам Менделевского наследования. Исходный материал подбирается перед занятием.

2. *Проведение генетического анализа результатов гибридизации на основе тригибридного скрещивания при различных способах получения второго поколения гибридов.*

Решить задачи на тригибридное скрещивание. При этом составить таблицу Пеннета и дать полный гибридологический анализ потомства второго поколения при обычном анализирующем и возвратном скрещивании. Определить количество генотипов, количество фенотипов, расщепление по

генотипам и расщепление по фенотипам. Определить размеры выборки для отбора гомозиготных форм.

4. Выбор растения и план действий по получению нового сорта.

Определить направление работы по самостоятельному получению нового сорта на основе тригибридного скрещивания. Растение подбирается по выбору студента. План действий описать по этапам современного гибридологического анализа.

Лабораторная работа 8

«Закономерности наследования признаков при различных типах взаимодействия генов»

Цель работы: уяснить основные закономерности наследования признаков при различных типах взаимодействия генов.

Вопросы для подготовки к занятию:

1. Дать молекулярно-генетическое обоснование явления взаимодействия генов.
2. Типы взаимодействия.
3. Внутри- и межallelные взаимодействия генов.
4. Понятие о комплементарности
5. Понятие об эпистазе.

План работы:

1. Решить задачу по гибридизации сельскохозяйственных растений на основе дигибридного скрещивания и комплементарного взаимодействия двух пар неallelных. генов.
2. Провести генетический анализ результатов гибридизации на основе эпистатического взаимодействия неallelных генов.
3. На основе явления множественного аллелизма дать прогноз на формирование групп крови у потомства родителей с различными группами крови.

4. Объясните, каким образом при скрещивании двух белоцветковых сортов льна можно получить потомство с голубыми цветками?

Методические указания по выполнению работы

1. Гибридизация сельскохозяйственных растений на основе дигибридного скрещивания и комплементарного взаимодействия двух пар неаллельных генов.

Решить задачи по гибридизации сельскохозяйственных растений на основе дигибридного скрещивания и комплементарного взаимодействия двух пар неаллельных генов.

2. Проведение генетического анализа результатов гибридизации на основе эпистатического взаимодействия неаллельных генов.

Решить задачи по гибридизации сельскохозяйственных растений на основе эпистатического взаимодействия двух пар неаллельных генов.

3. Составление прогноза на формирование групп крови у потомства родителей с различными группами крови.

Определить возможные группы крови у детей, если кровь родителей относится к следующим группам крови (табл. 9).

Таблица 9 - Наследование признака «Группа крови человека»

| Мать (группа крови) | Отец (группа крови) | Дети |
|---------------------|---------------------|------|
| Первая (00) | Вторая (AA) | |
| Третья (BO) | Вторая (AO) | |
| Первая (00) | Четвертая (AB) | |
| Первая (00) | Первая (00) | |
| Четвертая (AB) | Четвертая (AB) | |

4. Ответ на вопрос, поставленный в п. 4.

Лабораторная работа 9

«Взаимодействие генов и статистическая оценка результатов расщепления»

Цель работы: научиться определять тип наследования признаков по оценке фактического расщепления гибридов второго поколения

Вопросы для подготовки к занятию:

1. Работы Нильсена-Эле по расшифровке полимерного генов.
2. Типы полимерии (адаптивная и неаддитивная полимерия).
3. Генетический анализ при полимерном наследовании признаков:
4. Явление сцепленного наследования.
5. Понятие о критерии χ^2 (хи-квадрат).

План работы:

1. Решить задачу по гибридизации сельскохозяйственных растений на основе полимерного взаимодействия генов.
2. Определить характер наследования признаков при сцепленном наследовании.
3. Разобрать методику расчета показателя хи-квадрат для оценки гибридов второго поколения при различных вариантах скрещивания.
4. Дать заключение о характере наследования показателя высота растения у ржи сорга Чуллан, если при апробации установлено, что в посевах встречаются 7 фенотипов по высоте 180,156, 132,108, 84, 60, 36 см.

Методические указания по выполнению работы

1. Гибридизация сельскохозяйственных растений на основе полимерного взаимодействия генов.

При работе с растениями, признаки которых наследуются по полимерному типу, необходимо знать нижеследующие понятия (запишите их определения): полимерия, аддитивное действие генов, явление трансгрессии, положительная и отрицательная трансгрессия.

Представить схему полимерного наследования окраски семян у пшеницы по Нильсону-Эле или наследование высоты стебля у пшеницы (табл. 10).

Таблица 10 – Расщепление гибридов второго поколения при полимерном наследовании признаков (признак - высота стебля у пшеницы)

| Гаметы | $A_1 A_2$ | $A_1 a_2$ | $a_1 A_2$ | $a_1 a_2$ |
|-----------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $A_1 A_2$ | $A_1 A_1 A_2 A_2$ 120 см | $A_1 A_1 A_2 a_2$ 95 см | $A_1 a_1 A_2 A_2$ 95 см | $A_1 a_1 A_2 a_2$ 70 см |
| $A_1 a_2$ | $A_1 A_1 A_2 a_2$ 95 см | $A_1 A_1 a_2 a_2$ 70 см | $A_1 a_1 A_2 a_2$ 70 см | $A_1 a_1 a_2 a_2$ 45 см |
| $a_1 A_2$ | $A_1 a_1 A_2 A_2$ 95 см | $A_1 a_1 A_2 a_2$ 70 см | $a_1 a_1 A_2 A_2$ 70 см | $A_1 a_1 A_2 a_2$ 45 см |
| $a_1 a_2$ | $A_1 a_1 A_2 a_2$ 70 см | $A_1 a_1 a_2 a_2$ 45 см | $a_1 a_1 A_2 a_2$ 45 см | $a_1 a_1 a_2 a_1$ 20 см |

При скрещивании двух гетерозиготных гибридов пшеницы с высотой стебля 70 см по схеме $A_1a_1A_2a_2 \times A_1a_1A_2a_2$ в потомстве произошло расщепление на несколько вариантов с большими и меньшими показателями высоты.

Пользуясь приведенной таблицей, определите характер расщепления:

- число генотипов;
- число фенотипов;
- число экземпляров с положительной трансгрессией;
- число экземпляров с отрицательной трансгрессией.

2. Определение, характера наследования признаков при сцепленном наследовании.

Сцепленное наследование проявляется в том случае, если гены, отвечающие за изучаемые признаки, локализуются в одной хромосоме. Такой характер наследования прослеживается при расположении генов в половых хромосомах и аутосомах. Закономерности сцепленного наследования учитываются при изучении маркерных признаков для трудно распознаваемых ценных признаков, а также для составления генетических карт хромосом.

Решить задачи по сцепленному наследованию.

3. Методика расчета показателя хи-квадрат для оценки гибридов второго поколения при различных вариантах скрещивания.

Взять пробу гибридных семян (фасоль, горох, овес). Разобрать семена по группам по фенотипическим признакам и выдвинуть гипотезу о типе наследования признака. Результаты занести в таблицу 11, полученный показатель критерия χ^2 сравнить с табличным и сделать заключение о правильности выдвинутой гипотезы.

Таблица 11 – Расчет критерия хи-квадрат

| Признаки | Фактическое число семян в группе, О | Теоретически ожидаемое число семян, Е | Отклонение фактического числа от теоретического, О-Е | (О - Е) ² | (О - Е)/Е |
|----------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|----------------------|-----------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

4. Ответ на вопрос, поставленный в п.4

Лабораторно-практическая работа 11

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ ПО РАЗДЕЛУ II

1. Роль клеточных структур в наследственности. Гены ядра, гены хлоропластов, гены митохондрий.
2. Строение хромосом. Этапы их формирования и морфологические типы.
3. Поведение хромосом при митозе.
4. Мейоз. Поведение хромосом в профазе первого деления. Второе деление мейоза, образование гамет.
5. Кроссинговер. Варианты кроссинговера, генетический контроль процесса. Биологическое значение кроссинговера.
6. Микроспорогенез и макроспорогенез при половом размножении растений. Двойное оплодотворение.
7. Генетическая структура семени растений.

8. Основные положения хромосомной теории наследственности.
9. Хромосомная детерминация пола у животных и растений.
10. Генетические основы изменчивости. Классификация видов изменчивости.
11. Характеристика и значение фенотипической изменчивости.
12. Понятие о комбинационной изменчивости.
13. Основные правила Менделя.
14. Современные правила проведения гибридологического анализа.
15. Типы скрещивания — прямые, реципрокные, анализирующие, возвратные скрещивания.
16. Моногибридное и дигибридное скрещивание.
17. Полигибридное скрещивание.
18. Внутриаλληльные и межаλληльные взаимодействия генов:
 - множественный аллелизм;
 - комплементарность;
 - эпистаз;
 - полимерия.
19. Особенности наследования количественных признаков.
20. Расчет критерия хи-квадрат.
21. Сцепленное наследование.
22. Цитоплазматическая наследственность.

III. МЕТОДЫ ИНТЕНСИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГЕНОТИПЫ РАСТЕНИЙ

Лабораторная работа 12

«Инбридинг и гетерозис»

Цель занятия: уяснить суть явлений инбридинга и гетерозиса, пути практического получения и использования гетерозисных сортов сельскохозяйственных растений.

Вопросы для подготовки к занятию:

1. Особенности самоопыляющихся и перекрестноопыляющихся растений.
2. Понятие о чистых линиях.
3. Что такое инбридинг, инбредная депрессия, инбредный минимум.
4. Селекционное значение инбридинга.
5. Гетерозис и его практическое использование.
6. Генетические причины гетерозисного эффекта.

План работы:

1. Отработать этапы получения гетерозисных сортов кукурузы.
2. Заложить опыт по воздействию мутагенных факторов на прорастающие семена сельскохозяйственных растений.
3. Сравнить результат, полученный при посеве кукурузы обычными и гетерозисными семенами, если затраты на гетерозисные семена в три раза больше, а урожай с них на 50% выше. Площадь посева 10 га, норма высева 50 кг/га.

Методические указания по выполнению работы

1. Этапы получения гетерозисных сортов кукурузы.

С помощью расчетных методов смоделировать этапы получения гетерозисных сортов.

ЭТАП 1. Перевод гетерозиготного посевного материала на самоопыление для получения чистых линий по аллели Аа.

Используя таблицу 12, определить, в каком поколении наступит инбредный минимум и чему будет равен коэффициент инбридинга в каждом поколении.

Таблица 12 – Расчет соотношения генотипов при инбридинге

| Поколения инбридинга | Коэффициент инбридинга | Генотипы % | | |
|-------------------------|------------------------|------------|------------|----|
| | | AA | Aa | aa |
| 0 | | | 100 | |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |

Для расчетов использовать формулу Райта:

коэффициент инбридинга: $K = 1 - (1/2)^n$,

где n — номер поколения инбридинга.

ЭТАП 2. Получив в свое распоряжение несколько чистых линий, определить их общую комбинационную способность ОКС, заполнить таблицу 13.

Таблица 13 – Определение ОКС

| Номер линии | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Урожай в топкроссе | | | | | | | | | |
| ОКС | | | | | | | | | |

ЭТАП 3. Определить специфическую комбинационную способность СКС выделенных линий путем парных скрещиваний во всех возможных вариантах, заполнить таблицу 14.

Таблица 14 – Определение СКС

| Вариант скрещивания | Урожай F ₁ |
|---------------------|-----------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |

ЭТАП 4. Определить размеры гетерозисного эффекта по формулам:

- эффект гетерозиса, %;
- гетерозис гипотетический $Gg - (F_1 - Psr)/Psr \cdot 100$;
- гетерозис истинный $G_1 = (F_1 - P_1)/P_1 \cdot 100$,

где Psr — средний урожай линий;

P₁ — урожай лучшей линии из выбранной пары.

ЭТАП 5. Написать схему перевода материнской чистой линии на цитоплазматическую мужскую стерильность. Для этого выбирается сорт кукурузы, обладающий цитоплазматической мужской стерильностью, — стерильный сорт СТ и опыляется пыльцой выбранной нами материнской линии МЛ. Проводится несколько насыщающих возвратных скрещиваний, в результате которых получается стерильный аналог самоопыленной линии, у которого цитоплазма будет от стерильного сорта, а ядерные гены от нашей материнской линии. При использовании такого материала. В ходе производственного получения гетерозисных семян не потребуется проводить ручное удаление мужских соцветий с материнской линии.

Схема скрещивания

СТ × МЛ

Гибрид F₁ × МЛ

Гибрид F₂ × МЛ

Гибрид F₃ ×

и т.д. до 7-8 поколения

Примечание. МЛ - материнская линия.

Сделать, вывод по проведенной работе.

2. Закладка опыта воздействию мутагенных факторов на прорастающие семена сельскохозяйственных растений.

Для изучения явлений мутационной и модификационной изменчивости, провести обработку наклюнувшихся семян ультрафиолетовыми тучами, для этого семена разложить в чашки Петри на влажную фильтровальную бумагу и поместить в камеру под бактерицидную лампу на 15, 20 и 40 мин.

В качестве контроля оставить необлучённые семена. Опытные и контрольные семена переложить в чашки Петри с почвой и поместить на выращивание.

Ответ на вопрос, поставленный в п. 3

Лабораторная работа 12

«Мутационная и модификационная изменчивость»

Цель занятия: с помощью математических методов научиться определять объективные критерии, позволяющие отличить модификационную изменчивость от мутационной.

Вопросы для подготовки к занятию:

1. Мутационная изменчивость, механизмы: возникновения мутаций.
2. Типы мутаций.
3. Понятие об индуцированном мутагенезе.
4. Физические мутагенные факторы
5. Химические мутагенные факторы.

План работы:

1. Провести учет опыта по индуцированному мутагенезу растений с использованием УФО.
2. Заложить опыт по обработке сельскохозяйственных растений колхицином с целью получения полиплоидных форм.

3. Какие признаки сельскохозяйственных растений можно улучшать за счет индуцированного мутагенеза?

Методические указания по выполнению работы

1. Учет опыта по индуцированному мутагенезу растений с использованием УФО.

Для учета опыта по индуцированному мутагенезу взять чашки с облученными и контрольными растениями, сравнить внешний вид сначала визуально, а затем провести промеры и определить пределы изменчивости для обеих групп растений. Определить, при каких дозах облучения получен наибольший подавляющий или стимулирующий эффект.

Количественные измерения подвергаются статистической обработке. Пределы модификационной (фенотипической) изменчивости определяются как диапазон средней величины показателя $\pm 3\sigma$ (σ - среднее квадратическое отклонение).

За возможные мутантные формы принимаются только те варианты, которые выходят за пределы фенотипической изменчивости.

Работа проводится в следующей последовательности:

- 1) сделать промеры изучаемого признака (не менее 50 экз.);
- 2) записать последовательно сделанные измерения;
- 3) составить вариационный ряд, провести необходимые расчеты согласно таблице 15 и приведенных ниже формул.

Таблица 15 – Расчет среднее квадратического отклонения изменчивости признака

| № класса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|---|---|---|---|
| Показатели | | | | | |
| Среднее по классу χ | | | | | |
| Частота встречаемости f | | | | | |
| $\chi \times f$ | | | | | |
| $X_{cp} = \Sigma(\chi \times f)/n$ | | | | | |
| Отклонение от среднего $\chi - X_{cp}$ | | | | | |
| Квадрат отклонения $(\chi - X_{cp})^2$ | | | | | |
| Отклонение, умн. на частоту $(\chi - X_{cp})^2 \chi$ | | | | | |

На основании проведенных расчетов определяются следующие показатели:

- дисперсия $\sigma^2 = \sum(x - X_{cp})^2 f / (n-1)$;
- среднеквадратическое отклонение $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$;
- коэффициент вариации $V = (\sigma / X_{cp}) 100\%$;
- пределы модификационной изменчивости $L = X_{cp} \pm 3\sigma$

Используя полученные результаты, определить тип изменчивости (мутационная или модификационная) для растения, предложенного преподавателем или обнаруженного при наблюдениях. Результаты занести в таблицу 16.

Таблица 16 – Результаты воздействия УФО на сельскохозяйственные растения

| Вид изучаемого растения | Вариант | Время облучения | Средняя высота проростка | Lim изменчивости |
|-------------------------|--------------|-----------------|--------------------------|------------------|
| | облученное | | | |
| | необлученное | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Сделать, заключение по проделанной работе, отражающее характер и степень мутагенного воздействия УФО.

Примечание: В случае неудачи с опытом по мутагенезу работу можно провести по популяции полевых растений. Для этого провести измерения некоторых количественных признаков ржи (высота растения, длина колоса, количество колосков в колосе, длина флагового листа) и определить основные вариационные характеристики, отражающие изменчивость данного признака.

2. Закладка опыта по обработке сельскохозяйственных растений колхицином с целью получения полиплоидных форм.

Для изучения химического мутагенеза и получения полиплоидных форм растений набухшие семена положить в марлевый мешочек и опустить в раствор

колхицина концентрацией 0,01%, и 0,1%. В конце занятия семена промыть в проточной воде, переложить в чашки Петри и поставить на выращивание.

Записать отчет по проделанной работе, указать культуру, количество семян, время замачивания, время воздействия колхицином, концентрацию колхицина и режим выращивания.

3. Сформулируйте ответ на вопрос 3.

Лабораторная работа 13

«Полиплодия»

Цель работы: уяснить суть явления полиплоидии и убедиться в фенотипических эффектах ее проявления.

Вопросы для подготовки к занятию:

1. Понятие о геномных мутациях и их разновидности.
2. Автополиплоидия, ее генетические и фенотипические закономерности.
3. Способы индуцированной полиплоидии.
4. Хозяйственная ценность полиплоидных сортов и особенности их практического использования.

План работы:

1. Провести учет опыта по обработке семян колхицином.
2. Познакомиться с морфологией и сделать морфологические замеры на диплоидных и тетраплоидных сортах клевера лугового.
3. Сравнить, характеристики семян обычной ржи и тритикале.
4. Ответить на вопрос: «В вашем распоряжении есть два сорта клевера красною «Солигаличский местный» и «Тетраплоидный ВИК». Под клевера отведено два поля, одно из которых имеет высокий агрофон, а второе средний. Как Вы думаете разместить клевера по полям?»

Методические указания по выполнению работы

1. Учет опыта по обработке семян колхицином.

Взять чашки с колхицинированными растениями. Сделать внешний осмотр и провести визуальную оценку состояния проростков. Результаты задокументировать по следующей схеме (табл. 17).

Таблица 17 – Влияние колхицина на прорастающие семена растений

| Показатели | Контроль | Опыт |
|---|----------|------|
| Растение | | |
| Число семян | | |
| Время набухания | | |
| Время обработки колхицином | | |
| Концентрация колхицина | | |
| Число проросших семян | | |
| Число измененных проростков | | |
| Число проростков с признаками полиплоидии | | |

2. Знакомство с морфологией и проведение морфологических замеров на диплоидных и тетраплоидных сортах клевера лугового.

Работа проводится на опытном поле КГСХА. Промерять некоторые показатели (высоту растений, длину и ширину листа, диаметр соцветия) у 50 растений клевера диплоидного и клевера тетраплоидного ВПК, подсчитать среднее и занести характеристики в таблицу 18.

Таблица 18 – Характеристики диплоидного и тетраплоидного сортов клевера лугового

| Показатели | 2х = 14 (диплоидная форма) | 2х = 28 (тетраплоидная форма) |
|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| Высота растений | | |
| Средняя длина листа | | |
| Ширина листа | | |
| Высота соцветия | | |

3. Сравнение характеристик семян обычной ржи и тритикале.

Взять пробы обычной ржи и тритикале. Определить среднюю длину зерновки и вес 1000 семян. Занести характеристики в таблицу 19.

Таблица 19 – Характеристика семян отдаленного гибрида Тритикале

| Показатели | Рожь | Тритикале |
|----------------------------|------|-----------|
| Средняя длина зерновки, см | | |
| Вес 1000 семян, г | | |

Представить схему получения 56 хромосомных ржано-пшеничных гибридов.

4. Ответ на вопрос, поставленный в п. 4.

Лабораторная работа 15

«Генетика популяции»

Цель работы: научиться определять генетическую структуру популяции одного из перекрестноопыляющихся растений.

Вопросы для подготовки к занятию:

1. Понятие о популяциях.
2. Генетическая структура панмиктических популяций.
3. Закон Харди-Вайнберга,
4. Генетические процессы в популяциях (дрейф генов, мутационные процессы, естественный отбор).
5. Популяционный анализ при скрещиваниях.

План работы:

1. Проанализировать популяцию клевера лугового на количественное соотношение особей с пятном и без белого пятна на листе.
2. Пользуясь формулой Харди-Вайнберга, рассчитать структуру популяций по данному признаку.

3. Ответить на вопрос: «При посеве клевера вам пришлось воспользоваться случайными семенами. Как с помощью генетических приемов установить процент гомозиготных особей в посеве?»

Методические указания по выполнению работы

Работа проводится в полевых условиях. Генетический анализ популяции может быть проведен на нескольких посевах — на ржи, на клеверах, на льне или можно воспользоваться естественными популяциями клевера лугового. В каждом конкретном случае признаки, по которым целесообразно проводить анализ, предлагаются преподавателем. Например, если работа проводится на травостое клевера лугового объектом исследования может быть признак — «наличие белого пятна на листьях»

Расчет проводится в следующей последовательности:

- 1) определить число растений без пятна на 500 растений популяции, это растений с генотипом aa (гомозиготный рецессивный генотип);
- 2) определить процент генотипов aa от общей популяции и перевести эту величину в доли от единицы;
- 3) определить частоту гена a $q_a = \sqrt{aa}$;
- 4) определить частоту гена A $p_A = 1 - q_a$;
- 5) определить частоту генотипа AA и Aa по формуле Харди-Вайнберга.
- 6) Ответ сформулировать и доказать.

Лабораторная работа 16

ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ ПО РАЗДЕЛУ III

1. Явления инбридинга и гетерозиса Понятие о чистых линиях, причины инбредной депрессии, гетерозисный эффект.
2. Понятие о мутационной изменчивости и классификация мутаций.
3. Мутагенные факторы и принцип их действия.
4. Использование мутаций в селекции растений. Примеры сортов, полученных мутагенным воздействием.
5. Основные научные работы и факты биографии Н.И. Вавилова.

6. Полиплоидия как разновидность мутагенного эффекта.
7. Типы полиплоидов.
8. Фенотипическое проявление автополиплоидия.
9. Молекулярные механизмы полиплоидного эффекта.
10. Аллополиплоидия — суть явления. Практическое использование.
11. Способы преодоления неопыляемости различных видов растений.
12. Причины бесплодия отдаленных гибридов и способы его преодоления.
13. Анеуплоидия, гаплоидия — использование в селекции.
14. Генетические схемы возникновения следующих растений: а) пшеница мягкая; б) тритикале.
15. Генетические схемы получения домашней сливы и пшенично-пырейных гибридов.
16. Генетическая программа организма и ее реализация в онтогенезе.
17. Генетическая детерминация процесса роста растений.
18. Генетические процессы в популяциях.
19. Закон Харди-Вайнберга.
20. Основные положения синтетической теории эволюции СТЭ.
21. Ваше представление об эволюционном процессе. Новые современные теории эволюции.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пухальский А.А. Введение в генетику: учеб. пособие для вузов /А.А. Пухальский. - М.: КолосС, 2007. - 224 с.: ил.
2. Генетика: учеб. пособие для вузов /Жученко А.А., ред. - М.: КолосС, 2003. - 480 с.: ил.
3. Смиряев А.В. Генетика популяций и количественных признаков: учебник для вузов /А.В. Смиряев, А.В. Кильчевский. - М.: КолосС, 2007. - 272 с.: ил.
4. Гуляев Г.В. Генетика /Г.В. Гуляев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1984. - 351 с.: ил.
5. Генетика: учебник для вузов /Иванов В.И., ред. - М.: Академкнига, 2007. - 638 с : ил.
6. Генетика: лаборатор. практикум для аудиторной и самостоятельной работы студентов направления подготовки 35.03.04 «Агрономия» очной и заочной форм обучения /Костромская ГСХА. Каф. ботаники, физиологии растений и кормопроизводства; Матаруева И.А. - 3-е изд., стереотип. - Караваево: Костромская ГСХА, 2015. - 38 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 1

Получение нового сорта одного из сельскохозяйственных растений на основе внутривидового полигибридного скрещивания.

План работы

1. Выбор сельскохозяйственного растения.
2. Знакомство с имеющимся сортовым материалом.
3. Составление хозяйственной модели нового сорта.
4. Изучение генетического банка данных о характере детерминации и наследования желаемых признаков.
5. Составление генетической формулы желаемого сорта.
6. Подбор родительских пар — источников соответствующих генов.
7. Выбор типа скрещивания и проведение прямых и реципрокных скрещиваний.
8. Описание гибридов первого поколения.
9. Выбор типа скрещивания для получения гибридов второго поколения.
10. Анализ гибридов второго поколения. Определение объема выборки для проведения отбора необходимого количества нужных фенотипических форм.
11. Описание процедуры отбора для поиска гомозиготных генотипов.
12. Получение гибридов третьего поколения и отбор гомозиготного потомства.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА 2

Генетическая характеристика одного из сельскохозяйственных растений

План работы

1. Обоснование вашего выбора.
2. Хозяйственная ценность выбранного вами растения.
3. Систематическое положение.
4. Краткая физиологическая характеристика (продолжительность жизни, отношение к длине светового дня, отношение к увлажнению, потребность в питательных веществах).
5. Характеристика кариотипа — число, форма, размеры хромосом.
6. Происхождение и состав генома.
7. Описание списка генов и сведения о их локализации.
8. Генетическая детерминация одного или нескольких хозяйственно ценных признаков.
9. Основные направления и методы селекционного процесса.
10. Применение сильных генетических приемов в селекции данного растения (использование полиплоидии, гетерозиса, индуцированного мутагенеза, отдаленной гибридизации).
11. Описание одного из лучших сортов с использованием сведений об истории получения данного сорта.
12. Ваше заключение о дальнейшем улучшении сортовых качеств данного растения.

Учебно-методическое издание

Общая генетика : методические указания / сост. Ю.В. Смирнова. — Караваево : Костромская ГСХА, 2025. — 39 с. ; 20 см. — 50 экз. — Текст непосредственный.

Методические указания издаются в авторской редакции

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия" 156530, Костромская обл., Костромской район, пос. Караваево, уч. городок, д. 34

Компьютерный набор. Подписано в печать _____. Заказ № 1191.
Формат 60х84/16. Тираж 50 экз. Усл. печ. л. 2,27. Бумага офсетная.
Отпечатано _____.

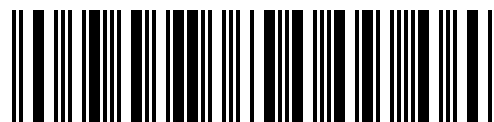
вид издания: первичное (электронная версия)
(редакция от 7.02.2025 № 1191)

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в академической типографии на цифровом дубликаторе. Качество соответствует предоставленным оригиналам.
(Электронная версия издания - I:\подразделения \рио\издания 2025\1191.pdf)



2025*1191

ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА



2025*1191

(Электронная версия издания - I:\подразделения \рио\издания 2025\1191.pdf)