

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**А. И. Юсов**

**БИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ  
И РАСТЕНИЕВОДСТВО**

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ для  
студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки  
35.04.04 Агрономия

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2024

УДК 631.147

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры агрономии и агроэкологии  
института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «КГТУ»  
Е. А. Барановская

Юсов, А. И.

Биологическое земледелие и растениеводство: учеб.-методич. пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине для студентов, обучающихся в магистратуре по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия / А. И. Юсов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2024. – 26 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Биологическое земледелие и растениеводство» представлены учебно-методические материалы, включающие объем, темы, цель и задачи лабораторных работ, контрольные вопросы, отражены рекомендации для выполнения лабораторных работ направления подготовки 35.04.04 Агрономия, форма обучения очная и заочная.

Табл. 1, список лит. – 5 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой агрономии и агроэкологии 19 марта 2024 г., протокол № 10

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Биологическое земледелие и растениеводство» рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 марта 2024 г., протокол № 13

УДК 631.147

© Федеральное государственное  
бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный  
технический университет», 2024 г.  
© Юсов А. И., 2024 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ.....	5
2 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	21
3 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ.....	22
4 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ .....	24
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	25

## ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины является формирование систематизированных знаний, умений и навыков в области биоэкологического земледелия и растениеводства, являющихся основой для решения профессиональных задач агрономии, а также компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Дисциплина «Биоэкологическое земледелие и растениеводство» относится к основной профессиональной образовательной программе магистратуры по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия.

В результате выполнения лабораторных работ по дисциплине «Биоэкологическое земледелие и растениеводство» обучающийся должен:

*знать:*

- термины и понятия биоэкологического земледелия и растениеводства;
- основные нормативные материалы по инновационной деятельности в сельском хозяйстве;
- структуру и содержание биоэкологических технологий производства продукции растениеводства;
- системы обработки почвы, системы севооборотов, систему удобрения при биоэкологическом земледелии;
- инновационные процессы в агропромышленном;

*уметь:*

- обосновать направления и методы решения проблем биоэкологического земледелия и растениеводства;
- составлять информационные базы по биоэкологическим технологиям возделывания полевых культур;
- разрабатывать биоэкологические системы земледелия;
- обеспечивать экологическую безопасность агроландшафтов при возделывании сельскохозяйственных культур;

*владеть:*

- методами управления технологическими процессами производства экологически безопасной продукции растениеводства;
- методами прогноза продуктивности полевых культур и способами предотвращения потерь урожая и снижения его качества при биоэкологическом земледелии и растениеводстве;
- методами оценки состояния агрофитоценозов и приемами коррекции экологически безопасных технологий возделывания сельскохозяйственных культур в различных погодных условиях;
- методами программирования урожая полевых культур при биоэкологическом земледелии.

## 1. СОДЕРЖАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Лабораторные работы предназначены для формирования систематизированных знаний и получения практических навыков в области биоэкологического земледелия и растениеводства, являющихся основой для решения профессиональных задач агрономии.

Отчет по выполнению лабораторной работы должен содержать краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторной работы и вывод.

При подготовке к защите лабораторной работы по данной теме следует ответить на контрольные вопросы. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета о работе и на основании ответов студента на вопросы по теме лабораторной работы.

Защита результатов лабораторных работ является формой контроля текущей успеваемости студента.

Тематический план лабораторных работ (ЛР) представлен в таблице.

Таблица – Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛР

Номер лабораторной работы	Содержание лабораторной работы	Количество часов ЛР	
		очная форма	заочная форма
1	Расчёт потребности культур в элементах питания для получения запланированного уровня урожайности	2	–
2	Определение норм и доз удобрений в севообороте.	2	2
3	Баланс питательных веществ в севообороте	2	–
4	Размещение удобрений под культуры севооборота по срокам и способам внесения	2	2
5	Определение сухого вещества в плодах и овощах	2	2
6	Определение содержания каротина в моркови	2	–
7	Определение содержания крахмала в картофеле по Эверсу	2	–
8	Определение азота, фосфора и калия в растениях из одной навески по Пиневиц в модификации Куркаева	2	–
Итого		16	6

## *Содержание лабораторных работ*

### **Лабораторная работа 1. Расчёт потребности культур в элементах питания для получения запланированного уровня урожайности**

**Цель работы.** Изучить принципы и методы расчёта потребности культур в элементах питания для получения запланированного уровня урожайности.

**Задание.** Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

**Оборудование и материалы.** Теоретические сведения и справочные материалы.

**Теоретические сведения.** Питание растений характеризуется избирательной способностью извлекать различные химические элементы из почвы. Разные виды растений, произрастая на одной и той же почве, поглощают из неё минеральные вещества в различных соотношениях. За период вегетации растения выносят определенное количество питательных веществ, необходимых для формирования урожайности.

Рассчитать потребность культур в элементах питания для получения запланированной урожайности по формуле:

$$X, \text{ кг/га} = П \times В,$$

где П – планируемый уровень урожайности, т/га; В – вынос элементов питания 1 т урожая.

Вынос азота бобовых культур необходимо откорректировать, так как эти культуры с помощью клубеньковых бактерий способны фиксировать азот из атмосферы, следующим образом: вынос многолетними бобовыми культурами брать из расчёта  $\frac{1}{2}$ , а зернобобовыми –  $\frac{2}{3}$  от фактического.

Расчёты оформит в виде таблицы.

**Ход работы.** Охарактеризовать культуры по выносу элементов питания. Сделать заключение, о потребности культур севооборота в азоте, фосфоре и калии, которые растения будут восполнять из почвы и удобрений.

**Выводы.** Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

**Форма отчета по лабораторной работе.** Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

#### **Контрольные вопросы**

1. В чем состоит сущность метода по расчету потребности культур в элементах питания для получения запланированного уровня урожайности?
2. Как определяется возможная урожайность?
3. Влияние экологических условий на урожайность.

## **Лабораторная работа 2. Определение норм и доз удобрений в севообороте**

**Цель работы.** Изучить принципы и методы определения норм и доз удобрений в севообороте.

**Задание.** Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

**Оборудование и материалы.** Теоретические сведения и справочные материалы.

**Теоретические сведения.** Нормы удобрений для обеспечения нормального питания растений и получения планируемого уровня урожайности должны устанавливаться с учётом потребности культур, особенностей удобрений, содержания доступных элементов питания в почве, предшествующей культуры, способов внесения удобрений и других условий. Расчёт доз удобрений – ответственная и сложная задача.

Существуют различные способы установления доз минеральных удобрений, которыми следует правильно пользоваться в зависимости от конкретных условий в хозяйстве.

При расчёте доз удобрений на планируемый уровень урожайности культур используют балансовый метод и на дополнительную прибавку урожайности. Чаще всего на практике дозы рассчитывают балансовым методом.

Метод основан на разнице между приходными (почва, органические и минеральные удобрения) и расходной (вынос планируемой урожайности) статьями элементов питания.

Для расчёта поступающего количества элементов питания с органическими удобрениями необходимо дозу органических удобрений (т/га) умножить на содержание NPK в 1 т (соответственно 5; 2,5; 6 кг).

Из органических удобрений растения используют элементы питания не один год, поэтому необходимо рассчитывать использование не только той культурой, куда их вносят, но и последующими двумя. Можно воспользоваться формулой:

Используется из органических удобрений, кг/га =  $(\Pi \times \text{КИУ}) / 100$ ,

где  $\Pi$  – вносится с органическими удобрениями азота, фосфора и калия соответственно, кг/га; КИУ – коэффициент использования элементов питания из органических удобрений, %.

Так как растения поглощают из удобрений не 100 процентов от внесённого количества, то необходимо провести корректировку вносимых удобрений по формуле:

требуется минеральных удобрений с учётом КИУ, кг/га =  $(B \times 100) / \text{КИУ}$ , где  $B$  – требуется внести в виде минеральных удобрений азота, фосфора и калия соответственно, кг/га; КИУ – коэффициент использования элементов питания из минеральных удобрений, %.

**Ход работы.** Определить количество минеральных удобрений по разности по каждому элементу питания. Провести корректировку доз элементов питания с учётом биологических особенностей культур.

**Выводы.** Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

**Форма отчета по лабораторной работе.** Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

#### **Контрольные вопросы**

1. Способы установления доз минеральных удобрений.
2. Как производится корректировка доз вносимых удобрений?
3. Биологические особенности культур по отношению к элементам питания.

### **Лабораторная работа 3. Баланс питательных веществ в севообороте**

**Цель работы.** Изучить принципы и методы определения баланса питательных веществ в севообороте

**Задание.** Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

**Оборудование и материалы.** Теоретические сведения и справочные материалы.

**Теоретические сведения.** Для оценки рекомендуемых доз удобрений в системе применения на планируемый год в целом по севообороту рассчитывают баланс азота, фосфора и калия на 1 га. Его сущность состоит в сопоставлении прихода и расхода соответствующих питательных элементов. Баланс питательных элементов выражают в абсолютных величинах (кг д.в.) и отношением прихода питательных элементов к их расходу (интенсивность баланса), выражаемом в процентах.

При расчёте баланса питательных веществ учитываем расходную статью (вынос питательных веществ планируемым урожаем) и приходную (поступление элементов питания с органическими и минеральными удобрениями). Результаты расчетов оформить в табличной форме.

Поступление элементов питания в почву с органическими удобрениями определяем по формуле:

$$N, P_2O_5, K_2O, \text{ кг/га} = BOY / n,$$

где  $BOY$  – вносится с органическими удобрениями (NPK соответственно), кг/га;  $n$  – количество полей в севообороте.

Поступление в почву с минеральными удобрениями соответствует насыщенности 1 га пашни элементами питания, кг/га:

Баланс ( $\pm$ ), кг д.в. = ИП – В,

где ИП – сумма поступивших в почву питательных веществ с органическими и минеральными удобрениями, кг/га; В – выносятся питательных веществ планируемым уровнем урожайности, кг/га.

По фосфору отрицательный баланс не допускается. По азоту допускается отрицательный баланс до 11–14 кг/га, по калию – до 21–22 кг/га.

Интенсивность баланса, выраженную в процентах рассчитать по формуле:

$$\text{Баланс, \%} = B / B,$$

где Б – баланс питательных веществ в целом за севооборот, кг/га; В – выносятся питательных веществ планируемым уровнем урожайности, кг/га.

**Ход работы.** Выполнить расчет баланса питательных веществ. Сделать заключение по полученному балансу питательных веществ в своём севообороте на планируемый год внесения при рассчитанной системе удобрений.

**Выводы.** Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

**Форма отчета по лабораторной работе.** Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

#### **Контрольные вопросы**

1. Объясните понятие «насыщенность пашни элементами питания».
2. Сущность определения баланса питательных веществ.
3. Приведите формулы расчета баланса питательных веществ по азоту, фосфору и калию.

#### **Лабораторная работа 4. Размещение удобрений под культуры севооборота по срокам и способам внесения**

**Цель работы.** Изучить принципы и методы размещения удобрений под культуры севооборота по срокам и способам внесения

**Задание.** Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

**Оборудование и материалы.** Теоретические сведения и справочные материалы.

**Теоретические сведения.** Одним из основных элементов системы удобрения является определение оптимальных сроков, рациональные, экологически и энергетически обоснованные способы внесения удобрений. От их выбора зависят доступность для растений и величина потерь питательных элементов питания из удобрений.

Для обеспечения растений питательными веществами в течение всего периода их вегетации минеральные удобрения следует вносить в несколько приё-

мов: до посева (основное), при посеве или посадке (припосевное или припосадочное) и после посева в период вегетации растений (подкормки).

При выборе оптимальных сроков и способов внесения удобрений следует учитывать необходимость сочетания их внесения с другими агротехническими приемами (вспашка, предпосевная обработка почвы, посев, междурядная обработка почвы и др.). Это способствует не только уменьшению материальных и энергетических затрат на применение удобрений, но и сокращению проходов по полю и, соответственно, улучшению агрофизического состояния почвы. Внесение удобрений при самостоятельных операциях допускается лишь при невозможности совмещения его с другими агротехническими приемами (азотные подкормки посевов зерновых колосовых культур в фазы кущения и выхода в трубку – для повышения их урожайности и в период колошения-молочной спелости – для повышения качества зерна на посевах, не требующих внесения пестицидов).

По срокам *основное* внесение минеральных удобрений может быть весенним (азотные удобрения, почвы легкие по гранулометрическому составу), летним (перед посевом озимых культур) и осенним (фосфорные и калийные).

*Припосевное (припосадочное)* удобрение вносят в начальный период жизни, когда они имеют слаборазвитую корневую систему.

При *подкормках* очень важно выбрать оптимальные сроки их проведения. Перенесение части удобрений из основного в подкормку может быть оправдано только на легких почвах, при длительных периодах вегетации сельскохозяйственных культур и высоких дозах минеральных удобрений, которые могут вызывать сильное повышение концентрации почвенного раствора и отрицательно сказаться на развитии растений. Подкормки также эффективны, когда до посева не было внесено необходимое количество удобрений, а также на посевах озимых зерновых культур.

Сроки подкормок определяют в строгом соответствии с фазами развития растений.

Расчитанные дозы распределить в течение вегетационного периода, учитывая, в первую очередь, внесение припосевного удобрения в оптимальных для культур дозах. Затем следует спланировать обработки семян бактериальными препаратами и микроудобрениями. При необходимости спланировать подкормки культур. Оставшееся количество элементов питания отнести в основное внесение.

Перевести элементы питания из действующего вещества в физическую массу (туки) используя формулу:

$$D_{\phi} = (D \times 100) / (K_{\phi} \times 1000),$$

где  $D_{\phi}$  – доза удобрения в физическом весе, т/га;  $D$  – доза действующего вещества, необходимая для внесения;  $K_{\phi}$  – содержание действующего вещества в применяемом удобрении; 100 – пересчет в проценты; 1000 – для перевода в тонны.

При выборе форм удобрений под культуру необходимо учитывать её биологические особенности, агрохимические свойства почвы соответствующего поля.

**Ход работы.** Используя методическое пособие и справочные руководства материалы спланировать сроки и технику внесения удобрений.

**Выводы.** Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных расчетов и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

**Форма отчета по лабораторной работе.** Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какие факторы учитываются при выборе оптимальных сроков и способов внесения удобрений?
2. Как определяются сроки подкормок полевых культур?
3. Как производится пересчет элементов питания из действующего вещества в физическую массу?

### **Лабораторная работа 5. Определение сухого вещества в плодах и овощах.**

**Цель работы.** Изучить принципы и методы определения сухого вещества в плодах и овощах.

**Задание.** Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

**Оборудование и материалы.** Технические весы, бюксы, сушильный шкаф, эксикатор.

**Теоретические сведения.** Свежий растительный материал используют при изучении химического состава урожая корне- и клубнеплодов, овощных, бахчевых, плодовых и ягодных культур. Содержание сухого вещества в плодово-овощной продукции зависит от вида растений. Определение сухого вещества и влаги необходимо для приведения результатов химического анализа к абсолютно сухой массе или к стандартной влажности. В процессе хранения растительной продукции в условиях, не соответствующих стандартам, содержание сухого вещества может существенно изменяться.

Содержание сухого вещества в свежем растительном материале (овощах, плодах и др.) определяют весовым методом после высушивания свежего растительного материала в сушильном шкафу при температуре 105 °С до постоянной массы.

#### **Ход работы.**

1. В чистые сухие прокаленные бюксы со стеклянной палочкой пометить 5–10 г очищенного прокаленного песка.
2. Высушить бюксы в сушильном шкафу до постоянной массы. Охладить в эксикаторе, взвесить на технических весах с точностью до 0,01 г.

3. Из пробы мезги (тонко измельченный материал – натертый на терке) взять 2 навески анализируемого вещества по 5–6 г (с точностью до 0,01 г) перенести в подготовленные бюксы. Тщательно перемешать стеклянной палочкой мезгу с песком (песок создает пористость массы, и она быстрее теряет влагу).

4. Сушить 5–6 часов при  $t = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Бюксы закрыть крышками, охладить в эксикаторе, взвесить с точностью до 0,01 г (1-ое взвешивание). Бюксы с анализируемым веществом снова просушить в термостате 30 мин при  $t = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ , охладить в эксикаторе, взвесить с точностью до 0,01 г (2-ое взвешивание). Разница между первым и вторым взвешиванием не должна быть более 0,01 г.

*Расчет результатов.*

Содержание сухого вещества, % =  $100 - (A_1 - A_2) / (A_1 - A) \times 100$ , где  $A$  – масса бюкса с песком и стеклянной палочкой, г;  $A_1$  – масса бюкса с навеской до высушивания, г;  $A_2$  – масса бюкса с навеской после высушивания, г; 100 – пересчет в проценты.

**Выводы.** Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных расчетов и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

**Форма отчета по лабораторной работе.** Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

#### **Контрольные вопросы**

1. От чего зависит содержание сухого вещества в плодоовощной продукции?
2. Каким методом определяют содержание сухого вещества в свежем растительном материале?
3. Как производится расчет результатов анализа по определению содержания сухого вещества в растительном материале?

### **Лабораторная работа 6. Определение содержания каротина в моркови.**

**Цель работы.** Изучить принципы и методы определения содержания каротина в моркови.

**Задание.** Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

**Оборудование и материалы.** Фарфоровая ступка, 96%-ный этиловый спирт, бензин (или эфир), мерный цилиндр, градуированная пробирка с пробкой.

**Теоретические сведения.** Каротин  $\text{C}_{40}\text{H}_{56}$  синтезируют растения. В организме животных он окисляется и превращается в витамин А, необходимый для их жизнедеятельности. Анализ растений на содержание каротина служит ценной характеристикой качества пищи растительного происхождения.

Каротин не растворяется в воде, плохо растворим в спирте, но хорошо – в других органических растворителях: ацетоне, бензине, эфире и пр. Метод анализа основан на извлечении каротина из навески бензином, адсорбционном отделении других красящих веществ (хлорофилла и ксантофилла) и сравнении полученного окрашенного испытуемого раствора с одновременно приготовленным образцовым, имитирующим каротин раствором (двуххромовокислого калия).

#### **Ход работы.**

1. Растительный материал быстро измельчить на пластмассовой терке, следя, чтобы в пробу не попали зеленые прожилки хлорофилла.
2. Полученную массу тщательно перемешать.
3. Взять навеску мезги 1 г на теххимических весах и перенести ее в фарфоровую ступку.
4. Прибавить 10 г предварительно промытого и прокаленного песка.
5. Прилить 1–2 мл 96%-ного этилового спирта.
6. Тщательно растереть полученную массу в течение 2 мин.
7. Под вытяжкой прилить 5 мл бензина (эфира) и вновь растереть.
8. Полученный желтый раствор слить в мерный цилиндр, придерживая твердую массу пестиком.
9. Повторить операцию с обработкой бензином (эфиром) до тех пор, пока в цилиндре не наберется 30 мл вытяжки (последние порции вытяжки не должны быть окрашены, цвет, и мезга из красной массы превращается в серую). Если 30 мл бензина (эфира) недостаточным для растворения каротина, и мезга будет еще окрашена, можно обрабатывать до 50 мл бензина (эфира).
10. Перелить 10 мл вытяжки из мерного цилиндра в градуированную пробирку с пробкой.
11. Провести сравнение окраски вытяжки в пробирке с пробирками шкалы на фоне белой бумаги.

#### *Расчет результатов:*

Содержание каротина, мг/% =  $(a \times V \times 100 \times 0,0208 \times 0,86) / (V_1 \times H)$ , где  $a$  – количество взятого в пробирку стандартного раствора  $K_2Cr_2O_7$ , мл;  $0,0208$  – мг каротина в 1 мл стандартного раствора  $K_2Cr_2O_7$ ;  $100$  – пересчет в проценты;  $V$  – объём каротиновой вытяжки, мл;  $V_1$  – количество вытяжки в пробирке, мл;  $0,86$  – коэффициент перевода на каротин;  $H$  – навеска моркови, г.

**Выводы.** Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

**Форма отчета по лабораторной работе.** Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое каротин?

2. Каким методом определяют содержание каротина в моркови?
3. Как производится расчет результатов анализа по определению содержания каротина?

### **Лабораторная работа 7. Определение содержания крахмала в картофеле по Эверсу**

**Цель работы.** Изучить принципы и метод определения содержания крахмала в картофеле по Эверсу.

**Задание.** Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

**Оборудование и материалы.** Технические весы, колбы Кольрауша, водяная баня, бюретки, пипетки, воронки, складчатые фильтры, колбы плоскодонная, поляриметр, мерные цилиндры.

**Теоретические сведения.** Крахмал – углевод, входящий в группу полисахаридов второго порядка, представляет собой вещество с большим молекулярным весом, нерастворим в воде. Основная масса крахмала в растениях откладывается в запас в некоторых органах (семена, клубни, корнеклубнеплоды), поэтому он относится к основным резервным углеводам. Крахмал состоит из молекул глюкозы и откладывается в виде зерен. Зерна крахмала имеют слоистую структуру. На 10–30 % крахмал состоит из амилозы (линейный полисахарид) и 70–90 % – амилопектина (разветвленный полисахарид). В состав крахмала входят минеральные вещества и жирные кислоты. Основным показателем качества картофеля является накопление в клубнях крахмала, от которого зависят его вкусовые качества и развариваемость. Содержание крахмала в клубнях культурных сортов варьирует в основном от 8 до 30 %, но чаще находится в интервале 14–18 %.

Сущность метода заключается в гидролизе крахмала при участии слабого раствора HCl и определении угла вращения гидролизата в поляриметре с последующим количественным пересчетом на крахмал.

#### **Ход работы.**

1. Клубень картофеля натереть на терке (полученная масса называется мезгой).

2. Мезгу, тщательно перемешать (выделившийся сок смешать с мезгой) и с точностью до 0,01 г отвесить 5 г на технических весах в фарфоровую чашечку на 25 мл.

3. Навеску количественно перенести в сухую широкогорлую колбу Кольрауша ёмкостью 100 мл с помощью 50 мл 1,124%-ного раствора HCl в два приёма по 25 мл: после добавления первой порции HCl содержимое колбы взболтать до исчезновения комочков, оставшимися 25 мл HCl смыть частицы мезги со стенок горлышка колбы.

4. Колбу поместить в кипящую водяную баню ровно на 15 мин (срок гидролиза крахмала под действием HCl). В течение первых 5 мин (не вынимая колбы из бани) размешивать ее содержимое плавными круговыми движениями.

Необходимо, чтобы вода в бане непрерывно кипела и покрывала всю широкую часть колбы.

5. По истечении времени определить полноту гидролиза крахмала. Окончание гидролиза проверить с помощью раствора J в KJ: для этого каплю раствора из колбы поместить на планшетку и добавить каплю 1%-ного раствора KJ. Если раствор на планшетке не изменил цвет, то гидролиз прошёл, если потемнел или посинел, то необходимо проводить дальнейшее нагревание раствора на водяной бане.

6. Колбу вынуть из бани, быстро прилить в неё столько холодной дистиллированной воды, чтобы до метки оставался объем в пределах не более 10–20 мл.

7. Содержимое колбы охладить под краном до  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

8. В колбу прилить реактивы для осаждения белков и осветления раствора. Из бюретки прилить 1 мл 30%-ного раствора  $\text{ZnSO}_4$ . Энергичного перемешать.

9. Из бюретки прилить 1 мл 15%-ного раствора  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \times 3\text{H}_2\text{O}$  и снова перемешать содержимое колбы. Если после добавления к раствору крахмала осадителей обнаруживается образование пены, то её погасить, добавляя 1–2 капли этилового эфира.

10. В колбу с раствором добавить до метки дистиллированную воду, тщательно перемешать.

11. Полученный раствор отфильтровать через сухой складчатый фильтр в сухую колбу. Во избежание испарения при фильтрации воронку накрыть часовым стеклом. Первые порции фильтрата возвратить в воронку.

12. Фильтратом наполнить поляризационную трубку длиной 200 мм и немедленно приступить к определению угла поляризации на поляриметре. Отсчет показаний с поляриметра должен быть сделан быстро. Чтобы избежать неправильных результатов определения крахмала, сделать не менее трёх отсчётов по шкале поляриметра и вычислить из них среднее арифметическое. Максимальная разница между отдельными отсчетами показаний не должна превышать  $0,1^{\circ}$  шкалы.

Для установления поправки на растворимые углеводы провести определение поправки.

1. Взвесить 10 г картофельной мезги, количественно перенести её в мерную колбу Кольрауша на 100 мл с помощью 75 мл дистиллированной воды.

2. При частом перемешивании оставить на 30 мин.

3. Цилиндром прилить 5 мл танина, перемешать.

4. Цилиндром прилить 5 мл  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$ , и снова перемешав, добавить до метки насыщенным раствором  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

5. Содержимое колбы перемешать, отфильтровать через сухой складчатый бумажный фильтр в сухую колбу.

6. С помощью пипетки взять 50 мл фильтрата и переместить его в мерную колбу на 100 мл.

7. Из бюретки прилить 2,5 мл 25%-ного раствора  $\text{HCl}$ , перемешать.

8. С данным раствором провести такие же операции, как со своим образцом (начиная с пункта 4 до 12, при этом время стояния колбы с раствором на бане должно таким же, как своего раствора).

*Расчет результатов.*

Содержание крахмала в картофеле, % =  $(P_1 - P_2) \times 1,78$ , где 1,78 – коэффициент Эверса для картофельного крахмала при поляризации в поляриметре;  $P_1$  – показания поляриметра в основном опыте, град;  $P_2$  – показания поляриметра при определении поправки на растворимые углеводы, град.

**Выводы.** Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

**Форма отчета по лабораторной работе.** Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

**Контрольные вопросы**

1. Что такое крахмал?
2. Сущность метода определения содержания крахмала в картофеле по Эверсу.
3. Как производится расчет результатов анализа по определению содержания крахмала?

### **Лабораторная работа 8. Определение азота, фосфора и калия в растениях из одной навески по Пиневиц в модификации Куркаева**

**Цель работы.** Изучить принципы и метод определения азота, фосфора и калия в растениях из одной навески по Пиневиц в модификации Куркаева.

**Задание.** Выполнение лабораторной работы включает в себя краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания и вывод. При подготовке к защите лабораторной работы следует ответить на контрольные вопросы.

**Оборудование и материалы.** Аналитические весы, фотоэлектроколориметр, пламенный фотометр.

**Теоретические сведения.** Среди большого количества элементов минерального питания главная роль в обмене веществ принадлежит азоту, фосфору и калию. Определение содержания и накопления этих элементов на отдельных этапах онтогенеза позволяет дать количественную характеристику нуждаемости растений в них, а также дает возможность выяснить физиологическую роль и значение каждого элемента в обмене веществ. Содержание отдельных элементов в химическом составе сельскохозяйственных культур, а соответственно и вынос их урожаями значительно колеблется в зависимости от климатических, почвенных и агротехнических условий, а также сортовых особенностей растений. Очень важно знать количество элементов питания для расчета питательной ценности продукции, а также выноса с урожаем, т. е. отчуждения с ме-

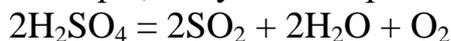
ста произрастания, и определения доз удобрений для восполнения данной статьи расхода питательных веществ.

На основе определения содержания и размеров потребления азота, фосфора и калия по фазам вегетации устанавливают необходимость внесения этих элементов в виде подкормок.

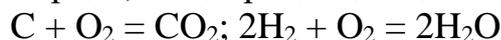
Мокрое озоление растительного материала, отобранного в период вегетации с последующим анализом золы, является составной частью метода листовой диагностики обеспеченности растений элементами питания и прогнозирования урожая.

Метод основан на озолении органического вещества при нагревании с концентрированной серной кислотой в присутствии концентрированной перекиси водорода. Процесс сжигания растительного образца в серной кислоте носит сложный характер и схематично его можно представить следующим образом. Кислота отнимает воду от многих органических соединений, которые при этом обугливаются (чернеют).

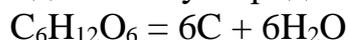
Серная кислота при температуре кипения в присутствии органических веществ распадается на диоксид серы, воду и кислород:



Кислород, обладающий наиболее высокой окислительной способностью, в состоянии выделения при высокой температуре окисляет углерод органического вещества до оксида углерода, а водород – до воды:



При сжигании углеводов выделяется углерод:

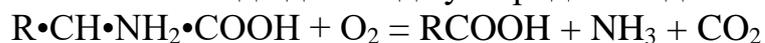


Безазотистые органические вещества (углеводы, жиры) окисляются под действием серной кислоты до воды и углекислоты, высвобождая зольные элементы в виде оксидов.

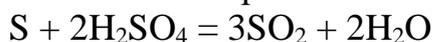


Белки под влиянием кислоты подвергаются гидролизу, распадаясь на аминокислоты.

Аминокислоты окисляются до диоксида углерода с выделением аммиака:



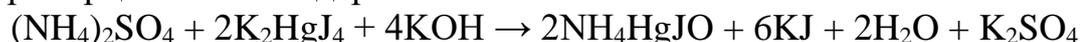
При распаде белка восстановленная сера окисляется:



Далее органическая кислота окисляется до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . Освобожденный азот белков и близких к ним веществ в форме аммиака улавливается серной кислотой с образованием сернокислого аммония.

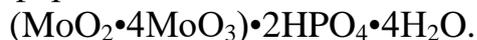


Дальнейшее определение азота проводят колориметрическим методом в присутствии реактива Несслера, образуется комплексное соединение желтого цвета – йодистый меркураммоний ( $\text{NH}_4\text{HgJO}$ ), интенсивность полученной окраски пропорциональна содержанию аммония.



Оптическую плотность раствора определяют на фотоэлектроколориметре (спектрофотометре) при длине волны 440 нм.

Фосфорсодержащие соединения, находящиеся в растворе, в кислой среде взаимодействуя с молибденовой кислотой, входящей в состав молибденово-кислого аммония, образуют  $H_7[P(Mo_2O_7)_6] \cdot 2H_2O$  – фосфорно-молибденовую гетерополикислоту. В присутствии хлористого олова шестивалентный катион молибдена частично восстанавливается в пятивалентный, образуя комплексное соединение, называемое фосфорно-молибденовой синью



Интенсивность окраски пропорциональна содержанию фосфора в растворе, оптическую плотность которого определяют на фотоэлектроколориметре (спектрофотометре) при длине волны 670 нм.

Содержание калия в растворе определяют на пламенном фотометре. Излучение (эмиссии) атомов калия в пламени горелки, интенсивность которого пропорциональна концентрации этого элемента в растворе. Сопоставляя интенсивность излучения образцовых растворов с известной концентрацией калия и испытуемого раствора, находят содержание калия.

### **Ход работы.**

#### ***Приготовление золы***

1. На аналитических весах взять навеску анализируемого вещества 0,1–0,2 г (с точностью до 0,001 г) и перенести в коническую колбу Куркаева на 50 мл.

2. Из бюретки прилить 2 мл конц.  $H_2SO_4$ . Перемешать круговыми движениями, стараясь, чтобы смесь меньше попала на стенки колбы. Раствор в колбе потемнеет (произойдет обугливание растительного материала).

3. Из бюретки прилить 1–2 мл 30%-ного  $H_2O_2$  и сразу колбу накрыть стеклянной воронкой, при этом начинается бурная реакция, в результате которой навеска полностью растворяется в  $H_2SO_4$ , а содержимое колбы становится бесцветным (иногда слабоокрашенным).

4. После окончания вскипания колбу с раствором поставить на заранее нагретую электрическую плитку, прикрытую асбестовой сеткой, и нагреть до побурения жидкости и выделения белых паров.

5. Колбу снять с плитки, охладить и добавить 1–2 капли  $H_2O_2$  (раствор обесцветится). Если раствор в колбе сильно окрашен, можно добавить 3–5 капель. Снова нагреть колбу на плитке. Если при выделении белых паров жидкость опять побуреет, то снова добавить  $H_2O_2$ . Сжигание считается окончанным, когда при интенсивном выделении белых паров жидкость остается бесцветной.

6. Для определения полноты озоления колбу поместить на плитку на 5–7 минут. Если раствор потемнеет, то после охлаждения добавить 1–2 капель  $H_2O_2$  и кипячение повторить.

7. Колбу охладить, содержимое количественно перенести в мерную колбу на 100 мл. Довести объем раствора в колбе до метки дистиллированной водой, закрыть колбу и перемешать (колба № 1).

### **Определение азота**

1. Пипеткой взять 2 мл раствора из колбы № 1 и перенести в мерную колбу на 50 мл.

2. Для нейтрализации  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в мерную колбу на 50 мл из бюретки прилить 2 мл 2,5 % NaOH

3. Добавить до «плечиков» колбы дистиллированную воду, перемешать.

4. Из бюретки прилить 2 мл реактива Несслера, перемешать.

5. Довести объем раствора в колбе до метки дистиллированной водой, закрыть колбу пробкой перемешать. Через 10 минут измерить оптическую плотность раствора на спектрофотометре, используя синий светофильтр (длина волны 440 нм).

*Приготовление шкалы образцовых растворов.* Образцовый раствор  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  содержащий 0,005 мг N/мл. В мерные колбы на 50 мл прилить 2, 5, 10, 15, 20 мл образцового раствора. В колбы прилить до «плечиков» дистиллированную воду, перемешать. Добавить 2 мл реактива Несслера. Довести объем растворов в колбах до метки дистиллированной водой, закрыть колбы пробками, перемешать. Через 10 мин измерить оптическую плотность растворов.

*Расчет результатов.* На миллиметровой бумаге вычертить калибровочный график, на котором по оси X отложить количество мл образцового раствора, а по оси Y – значения оптической плотности (показания прибора – D).

$$N, \% = a \times 0,005 \times 100 \times 100n \times 2 \times 1000,$$

где  $a$  – показания с графика, мл; 0,005 – концентрация образцового раствора, мг/мл; 100 – пересчет в проценты; 100 – количество золы, мл;  $n$  – навеска, взятая для анализа, г; 2 – количество золы, взятой для анализа, мл; 1000 – пересчет г в мг.

### **Определение фосфора**

1. Пипеткой взять 2 мл раствора из колбы № 1 и перенести в мерную колбу на 50 мл.

2. Для нейтрализации  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в колбу прилить из бюретки 2 мл 2,5 % раствора NaOH.

3. Добавить в колбу до «плечиков» дистиллированную воду, перемешать.

4. Из бюретки прилить 2 мл реактива по Труогу.

5. Объем раствора в колбе довести до метки, добавить 3 капли раствора  $\text{SnCl}_2$ , закрыть колбу пробкой и перемешать. Через 5 мин измерить оптическую плотность раствора на спектрофотометре, используя красный светофильтр (длина волны 670 нм).

*Приготовление шкалы образцовых растворов:* Образцовый раствор  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  с концентрацией 0,003 мг  $\text{P}_2\text{O}_5$ /мл. В мерные колбы на 50 мл прилить 2, 5, 10, 15, 20 мл образцового раствора. Налить в колбы до «плечиков» дистиллированной воды, перемешать. Добавить 2 мл реактива по Труогу, три капли раствора  $\text{SnCl}_2$ . Объем раствора в колбах довести до метки дистиллированной водой, закрыть колбы пробками и перемешать. Через 5 мин измерить оптическую плотность растворов.

*Расчет результатов.* На миллиметровой бумаге вычертить калибровочный график, на котором по оси X отложить количество мл образцового раствора, а по оси Y – значения оптической плотности.

$$P_{2O5, \%} = a \times 0,003 \times 100 \times 100n \times 2 \times 1000,$$

где  $a$  – показания с графика, мл; 0,003 – концентрация образцового раствора, мг/мл; 100 – пересчет в проценты; 100 – количество золы, мл;  $n$  – навеска, взятая для анализа, г; 2 – количество золы, взятой для анализа, мл; 1000 – пересчет г в мг.

#### **Определение калия**

1. В химический стаканчик на 50 мл перелить раствор из колбы № 1.
2. Раствор сжечь в пламени горелки пламенного фотометра.

*Приготовление шкалы образцовых растворов:* Образцовый раствор  $K_2SO_4$  с содержанием  $K_2O$  0,1 мг/мл. В мерные колбы на 100 мл прилить 2, 5, 10, 15, 20 мл образцового раствора. Объем раствора в колбах довести до метки дистиллированной водой, закрыть пробками, перемешать. Растворы перенести в химические стаканчики на 50 мл.

*Расчет результатов:* На миллиметровой бумаге вычертить калибровочный график, на котором по оси X отложить количество мл образцового раствора, а по оси Y – показания прибора.

$$K_2O, \% = a \times 0,1 \times 100n \times 1000,$$

где  $a$  – показания с графика, мл; 0,1 – концентрация образцового раствора, мг/мл; 100 – пересчет в проценты;  $n$  – навеска, взятая для анализа, г; 1000 – пересчет г в мг.

**Выводы.** Выводы к лабораторной работе должны основываться на результатах проведенных исследований и соответствовать теме и цели лабораторной работы.

**Форма отчета по лабораторной работе.** Отчет по лабораторной работе должен включать в себя: номер и название лабораторной работы, цель работы, краткий конспект теоретического материала по теме работы, результаты выполнения лабораторного задания в соответствии с ходом выполнения работы и вывод.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какова роль азота, фосфора и калия в физиологических процессах?
2. Сущность метода определения азота, фосфора и калия в растениях.
3. Как производится расчет результатов анализа по определению азота, фосфора и калия в растениях?

## **2. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

Студент обязан соблюдать действующие в университете правила внутреннего распорядка. Соблюдать действующие Правила пожарной безопасности.

Перед началом лабораторной работы студент должен занять место в аудитории согласно расписанию занятий, на столе должны находиться только предметы необходимые для выполнения лабораторной работы.

Во время выполнения лабораторной работы студент должен находиться на своем месте, не допускается хождение по аудитории. Запрещено заниматься посторонними делами, не связанными с учебным процессом (разговаривать, принимать пищу).

При выполнении лабораторной работы пользоваться только исправными приборами, материалами и электроарматурой; не оставлять без присмотра включенное оборудование и электроприборы.

При выполнении лабораторных работ с использованием химических реактивов студент обязан соблюдать правила безопасности: при работе с лабораторной посудой; при работе со спиртовкой и сухим горючим; при работе с химическими реактивами. Выполнение лабораторных исследований проводится в точном соответствии с утвержденными методиками.

При работе с химическими реактивами студент должен обязательно пользоваться индивидуальными средствами защиты (халат, резиновые перчатки, защитные очки).

При подготовке имущества для проведения полевых исследований студенту необходимо контролировать его качество и соответствие нормам безопасности во время работы.

При обнаружении неисправного лабораторного оборудования, химических реактивов с истекшим сроком годности и (или) получения травмы в ходе выполнения лабораторной работы студент обязан немедленно сообщить об этом преподавателю.

В случае нарушения требований техники безопасности студент отстраняется от выполнения лабораторной работы.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ТЕКУЩЕЙ АТТЕСТАЦИИ

Лабораторные работы предусмотрены для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины.

Целью лабораторных работ является формирование умений и навыков по освоению методик работы по ресурсосберегающим технологиям в адаптивном земледелии.

В ходе выполнения лабораторных работ у обучающихся должны сформироваться практические умения и навыки, которые могут составлять часть профессиональной подготовки. По результатам выполнения лабораторной работы студент должен защитить свои теоретические и практические знания.

Критерии оценки устного ответа на контрольные вопросы следующие.

**«5» (отлично):** обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью и способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся:

- на высоком уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- на высоком уровне способен работать самостоятельно;
- на высоком уровне способен к познавательной деятельности;
- на высоком уровне способен применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;
- на высоком уровне способен проводить исследования в области биоэкологического земледелия и растениеводства, обрабатывать полученные результаты;
- на высоком уровне способен ориентироваться в биоэкологическом земледелии и растениеводстве.

**«4» (хорошо):** обучающийся демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминологией, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся:

- на базовом уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;
- на базовом уровне способен работать самостоятельно;
- на базовом уровне способен к познавательной деятельности;
- на базовом уровне способен применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;

– на базовом уровне способен проводить исследования в области биоэкологического земледелия и растениеводства, обрабатывать полученные результаты;

– на базовом уровне способен ориентироваться в биоэкологическом земледелии и растениеводстве.

**«3» (удовлетворительно):** обучающийся демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает недостаточно свободное владение монологической речью, терминологией, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся:

– на пороговом уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;

– на пороговом уровне способен работать самостоятельно;

– на пороговом уровне способен к познавательной деятельности;

– на пороговом уровне способен применять на практике навыки проведения и описания исследований, в том числе экспериментальных;

– на пороговом уровне способен проводить исследования в области биоэкологического земледелия и растениеводства, обрабатывать полученные результаты;

– на пороговом уровне способен ориентироваться в биоэкологическом земледелии и растениеводстве.

**«2» (неудовлетворительно):** обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает слабое владение монологической речью, не владеет терминологией, проявляет отсутствие логичности и последовательностью изложения, делает ошибки, которые не может исправить, даже при коррекции преподавателем. Отказывается отвечать на поставленные вопросы.

Обучающийся:

– на низком уровне способен организовать свою работу ради достижения поставленных целей;

– на низком уровне способен работать самостоятельно;

– на низком уровне способен к познавательной деятельности;

– на низком уровне способен проводить исследования в области биоэкологического земледелия и растениеводства, обрабатывать полученные результаты;

– на низком уровне способен ориентироваться в биоэкологическом земледелии и растениеводстве.

#### **4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ**

##### **Основная литература:**

1. Кирюшин, В.И. Агротехнологии [Электронный ресурс]: учебник / В. И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 464 с. (ЭБС Издательство «Лань»).

##### **Дополнительная литература:**

1. Технология производства продукции растениеводства: учебник / В. А. Федотов, А. Ф. Сафонов, С. В. Кадыров [и др.]; под ред. А. Ф. Сафонова [и др.]. – Москва: КолосС, 2010. – 487 с.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Экологическое земледелие с основами почвоведения и агрохимии: учебник / Н. С. Матюк, А. И. Беленков, М. А. Мазиров [и др.]. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2014. – 224 с.

2. Ивченко, В. К. Оптимизация размещения звеньев полевых севооборотов на черноземах: учеб. пособие / В. К. Ивченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2010. – 119 с.

3. Наумкин, В. Н. Технологии растениеводства: учеб. пособие / В. Н. Наумкин, А. С. Ступин. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 592 с.

4. Практикум по технологии производства продукции растениеводства: учебник / под ред. И. П. Фирсова. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2014. – 400 с.

5. Кирюшин, В. И. Агротехнологии: учебник / В. И. Кирюшин, С. В. Кирюшин. – Санкт-Петербург: Издательство «Лань», 2015. – 484 с.

Локальный электронный методический материал

Александр Иванович Юсов

БИОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ  
И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Редактор С. Кондрашова  
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 2,0. Печ. л. 1,6.

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
236022, Калининград, Советский проспект, 1