

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учебно-методическое объединение по образованию  
в области сельского хозяйства

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра  
сельского хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

С. А. Федченко

20... г.

Регистрационный № .../пр.

**АГРОХИМИЯ**

Примерная учебная программа по учебной дисциплине для специальностей:  
6-050811-01 Производство продукции растительного происхождения,  
6-05-0811-05 Защита растений и карантин

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения по образованию в  
области сельского хозяйства

В. В. Великанов

20... г.

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
образования, науки и кадровой  
политики Министерства сельского  
хозяйства и продовольствия  
Республики Беларусь

В. А. Самсонович

20... г.

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Главного управления  
растениеводства Министерства  
сельского хозяйства и  
продовольствия Республики  
Беларусь

Н. В. Лещик

20... г.

Минск 20... г.

**СОСТАВИТЕЛИ:**

Ю. В. Коготько, доцент кафедры агрохимии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Э. М. Батыршаев, доцент кафедры агрохимии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

М. В. Зимина, доцент кафедры агрохимии, почвоведения и сельскохозяйственной экологии учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

О. И. Мишура, доцент кафедры агрохимии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

М. Л. Радкевич, старший преподаватель кафедры агрохимии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

кафедра кормопроизводства учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» (протокол № 2 от 29.02.2024 г.);

Т. М. Булавина, ведущий научный сотрудник отдела научных исследований и инновационной деятельности республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию», доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой агрохимии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 8 от 25 марта 2024 г.);

методической комиссией агротехнологического факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 7 от 26 марта 2024 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 7 от 27 марта 2024 г.);

научно-методическим советом по агрономическим специальностям Учебно-методического объединения по образованию в области сельского хозяйства (протокол № от 20 г.)

Ответственный за редакцию: Т. И. Скикевич

Ответственный за выпуск: Ю. В. Коготько

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В настоящее время в различных странах мира от 30 до 70 % прироста урожая сельскохозяйственных культур получают за счет научно обоснованного применения удобрений. В Республике Беларусь вклад органических и минеральных удобрений в формирование продуктивности возделываемых культур составляет около 50 %.

В мировой земледелии наблюдается прямая зависимость уровня сельскохозяйственного производства от применения удобрений и средств защиты растений. Рациональное применение удобрений является одним из первостепенных условий формирования высокой урожайности сельскохозяйственных культур с хорошим качеством продукции, сохранения и повышения уровня почвенного плодородия. В процессе возделывания сельскохозяйственных культур важным является обеспечение оптимальных условий питания для растений на протяжении вегетационного периода путем внесения удобрений с широким использованием методов почвенно-растительной диагностики. Для этого необходимы знания о химическом составе и питании растений, свойствах почв, минеральных и органических удобрениях, особенностях их применения и влияния на качество растениеводческой продукции. Важно, чтобы в процессе обучения студент освоил современные и перспективные методы агрохимического анализа растений, почв и удобрений и приобрел практические навыки расчета норм удобрений и рационального их применения под сельскохозяйственные культуры.

Цель учебной дисциплины – сформировать базовые профессиональные компетенции по агрохимии, в том числе по взаимодействию растений, почвы и удобрений в процессе выращивания сельскохозяйственных культур, рациональному применению органических и минеральных удобрений для увеличения урожаев, улучшения качества растениеводческой продукции и повышения плодородия почвы.

Основные задачи учебной дисциплины – освоить основы минерального питания растений и методы его регулирования, свойства почв в качестве условий питания растений и применения удобрений; методы определения нуждаемости и норм, ассортимент, состав, свойства, сроки и способы применения органических и минеральных удобрений; агрономическую, экономическую и энергетическую эффективности удобрений; технологию хранения, подготовки и внесения органических и минеральных удобрений, обеспечивающих получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Освоение учебной дисциплины «Агрохимия» для специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции растительного происхождения» базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении учебных дисциплин: «Химия», «Почвоведение», «Физиология и биохимия растений», «Биология сельскохозяйственных растений», «Ботаника», а также отдельных разделов учебных дисциплин «Высшая математика» и «Физика с основами агрометеорологии».

Освоение учебной дисциплины «Агрохимия» для специальности 6-05-0811-05 «Защита растений и карантин» базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении учебных дисциплин «Химия», «Почвоведение», «Сельскохозяйственная микробиология», «Биотехнология», «Ботаника», а также отдельных разделов учебных дисциплин: «Высшая математика» и «Физика с основами агрометеорологии».

В результате изучения учебной дисциплины обучающийся должен развить и закрепить:

- универсальную компетенцию: владеть основами исследовательской деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации;

- базовую профессиональную компетенцию: осуществлять мониторинг и рациональное использование почв и удобрений в агрономической деятельности на основе знаний о свойствах почвы и удобрениях, почвенной и растительной диагностики питания растений.

В результате изучения учебной дисциплины «Агрохимия» обучающийся должен

**знать:**

- особенности химического состава важнейших сельскохозяйственных культур и его влияние на качество продукции;

- роль основных элементов питания в жизни растений и потребность в них для формирования урожая;

- агрохимические свойства почв и пути повышения почвенного плодородия;

- состав, свойства, поведение в почве и особенности применения минеральных удобрений;

- состав, удобрительную ценность и условия эффективного применения органических удобрений;

- особенности питания и удобрения зерновых, зернобобовых, технических, кормовых, овощных, плодовых, ягодных культур, сенокосов и пастбищ, методы расчета экономической и энергетической эффективности применения удобрений;

- экологические проблемы применения удобрений и приемы снижения негативного влияния удобрений на окружающую среду;

**уметь:**

- использовать в практической деятельности результаты агрохимических исследований;

- организовывать хранение и применение органических, минеральных и известковых удобрений в конкретных условиях производства;

- разрабатывать и обосновывать систему применения удобрений для хозяйства, севооборота, угодья, культуры;

**владеть:**

- почвенной и растительной диагностикой питания сельскохозяйственных культур;

- агрохимическими методами анализа почв, органических и минеральных удобрений;

- методами расчета доз удобрений для сельскохозяйственных культур;

– методикой расчета агрономической, экономической и энергетической эффективности применения удобрений.

В рамках образовательного процесса студент должен не только приобрести теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развивать свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Агрохимия» для студентов специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции растительного происхождения», составляет 220 часов, в том числе аудиторных – 126 часов. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 54 часа, лабораторные занятия – 72 часа. На изучение учебной дисциплины «Агрохимия» примерным учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы в объеме 36 часов.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины «Агрохимия» для студентов специальности 6-05-0811-05 «Защита растений и карантин», составляет 180 часов, в том числе аудиторных – 126 часов. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции – 54 часа, лабораторные занятия – 72 часа. На изучение учебной дисциплины «Агрохимия» примерным учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы в объеме 36 часов.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

**ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**  
 для специальности 6-05-0811-01 «Производство продукции  
 растительного происхождения»

№ п/п	Наименование разделов и тем	Примерное количество часов		
		Всего аудиторных часов	В том числе	
			лекции	лабораторные занятия
	Введение	1	1	
1	Химический состав, питание растений и методы его регулирования	19	3	16
2	Свойства почвы в связи с питанием растений и применением удобрений	9	3	6
3	Известкование кислых почв	6	2	4
4	Минеральные удобрения	29	9	20
4.1	Классификация и свойства минеральных удобрений	2	1	1
4.2	Азотные удобрения	8	2	6
4.3	Фосфорные удобрения	3	1	2
4.4	Калийные удобрения	3	1	2
4.5	Серосодержащие удобрения	2	1	1
4.6	Микроудобрения	5	1	4
4.7	Комплексные удобрения	6	2	4
5	Органические и бактериальные удобрения	16	8	8
5.1	Подстилочный и бесподстилочный навоз, навозная жижа, птичий помет	10	4	6
5.2	Торф, компосты, солома и другие органические удобрения	4	2	2
5.3	Зеленое удобрение	1	1	
5.4	Бактериальные удобрения	1	1	
6	Технология хранения, подготовки и внесения удобрений	1	1	
7	Система применения удобрений	1	1	
7.1	Основные принципы построения системы удобрения	1	1	
8	Удобрения основных сельскохозяйственных культур	41	23	18
8.1	Зерновые, зернобобовые, крупяные культуры	12	8	4
8.2	Технические культуры	10	6	4
8.3	Кормовые культуры	4	2	2
8.4	Удобрения сенокосов и пастбищ	2	1	1
8.5	Картофель	3	2	1
8.6	Удобрение плодовых и ягодных культур	2	1	1
8.7	Удобрение овощных культур	3	2	1
8.8	Особенности удобрения торфяных почв	1	1	
8.9	Эффективность и энергосбережение при применении удобрений	4		4
9	Применение удобрений на почвах, загрязненных радионуклидами	1	1	
10	Агрохимическая служба	1	1	
11	Экологические проблемы применения удобрений и приемы снижения негативного влияния удобрений на окружающую среду	1	1	
	Всего:	126	54	72

**ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН**  
для специальности 6-05-0811-05 «Защита растений и карантин»

№ п/п	Наименование разделов и тем	Примерное количество часов		
		Всего	В том числе	
			аудиторных часов	лекции
	Введение	2	2	
1	Химический состав, питание растений и методы его регулирования	16	2	14
2	Свойства почвы в связи с питанием растений и применением удобрений	10	4	6
3	Известкование кислых почв	8	4	4
4	Минеральные удобрения	24	12	12
4.1	Классификация и свойства минеральных удобрений	2	2	
4.2	Азотные удобрения	6	2	4
4.3	Фосфорные удобрения	4	2	2
4.4	Калийные удобрения	4	2	2
4.5	Серосодержащие удобрения			
4.6	Микроудобрения	4	2	2
4.7	Комплексные удобрения	4	2	2
5	Органические и бактериальные удобрения	14	6	8
5.1	Подстилочный и бесподстилочный навоз, навозная жижа, птичий помет	6	2	4
5.2	Торф, компосты, солома и другие органические удобрения	3	1	2
5.3	Зеленое удобрение	2	1	1
5.4	Бактериальные удобрения	3	2	1
6	Технология хранения, подготовки и внесения удобрений	2	2	
7	Система применения удобрений	6	2	4
7.1	Основные принципы построения системы удобрения	6	2	4
8	Удобрения основных сельскохозяйственных культур	40	16	24
8.1	Зерновые, зернобобовые, крупяные культуры	7	3	4
8.2	Технические культуры	6	2	4
8.3	Кормовые культуры	6	2	4
8.4	Удобрения сенокосов и пастбищ	3	1	2
8.5	Картофель	2	1	1
8.6	Удобрение плодовых и ягодных культур	3	1	2
8.7	Удобрение овощных культур	3	2	1
8.8	Особенности удобрения торфяных почв	4	2	2
8.9	Эффективность и энергосбережение при применении удобрений	6	2	4
9	Применение удобрений на почвах, загрязненных радионуклидами	2	2	
10	Агрохимическая служба			
11	Экологические проблемы применения удобрений и приемы снижения негативного влияния удобрений на окружающую среду	2	2	
	<b>Всего:</b>	126	54	72

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### Введение

Состояние, перспективы производства и применения органических и минеральных удобрений в Республике Беларусь и за рубежом.

Значение органических и минеральных удобрений в повышении урожайности, улучшении качества растениеводческой продукции и плодородия почвы.

Предмет и методы агрохимии, взаимосвязь ее с другими агрономическими и биологическими науками. Значение химии, физики и математики для дальнейшего развития агрохимии.

Агрохимия как научная основа химизации земледелия.

История развития агрохимических знаний. Роль отечественных и зарубежных ученых в развитии агрохимии. Вклад Д. Н. Прянишникова в развитие агрохимии. Достижения современной агрохимии и передовой практики в Республике Беларусь и за рубежом.

### 1. Химический состав, питание растений и методы его регулирования

Химический состав растений. Химические элементы, необходимые растениям. Макро- и микроэлементы, их роль в питании растений. Содержание основных органических веществ в растениях. Влияние условий минерального питания на содержание белков, жиров, углеводов и других важных органических соединений, определяющих качество урожая сельскохозяйственных культур.

Воздушное и корневое питание, их взаимосвязь. Современные представления о механизме поступления и передвижения питательных элементов в корневую систему. Избирательность поглощения ионов растениями. Внутренние факторы, определяющие питание растений.

Влияние условий внешней среды (концентрации питательного раствора, соотношения макро- и микроэлементов в питательной среде, влажности почвы, аэрации, тепла и света, реакции среды, физиологической реакции солей, почвенных микроорганизмов) на поступление питательных элементов в растения. Взаимосвязь внутренних и внешних условий в питании растений. Некорневое питание растений. Отношение растений к условиям питания в разные периоды вегетации, периодичность питания растений. Способы внесения удобрений как приемы регулирования условий питания растений. Визуальная, растительная и почвенная диагностика обеспеченности растений элементами питания. Комплексная диагностика и ее использование для оптимизации питания растений в земледелии.

## **2. Свойства почвы в связи с питанием растений и применением удобрений**

Состав почвы. Минеральная и органическая части почвы как источники элементов питания для растений. Содержание элементов питания в различных фракциях минеральной части почвы. Формы химических соединений в почве, в которые входят элементы питания растений.

Гумусовое состояние почвы и его значение для плодородия. Содержание питательных элементов и их доступность растениям в различных почвах. Химические и биологические процессы в почве, их роль в превращении питательных веществ и повышении плодородия почвы.

Виды поглотительной способности почвы, их роль во взаимодействии почвы с удобрениями и в питании растений. Значение коллоидной фракции при взаимодействии почвы с удобрениями. Основные закономерности, определяющие характер взаимодействия удобрений с почвенным поглощающим комплексом.

Реакция и буферные свойства почвы.

Агрохимическая характеристика основных типов почв в Республике Беларусь и ее использование для составления проектно-сметной документации на известкование кислых почв, определения потребности в удобрениях и корректировки их норм.

## **3. Известкование кислых почв**

Значение известкования кислых почв.

Отношение различных сельскохозяйственных культур и микроорганизмов к реакции почвы и известкованию. Взаимодействие известковых мелиорантов с почвой. Их влияние на свойства почвы, эффективность удобрений и урожайность сельскохозяйственных культур.

Формы известковых удобрений. Использование отходов промышленности для известкования почв. Агротехнические требования, предъявляемые к известковым удобрениям. Определение необходимости известкования почв и доз внесения известковых удобрений. Особенности известкования почв, подвергшихся радиоактивному загрязнению. Особенности известкования в севооборотах со льном и картофелем. Известкование сенокосов и пастбищ, многолетних насаждений, культур вне севооборота.

Сроки и способы внесения известковых удобрений в почву. Длительность действия известковых удобрений. Периодичность известкования. Мелиоративное и поддерживающее известкование. Оценка качества известкования.

Значение известкования кислых почв при длительном применении физиологически кислых минеральных удобрений. Влияние известкования на эффективность применения удобрений.

## **4. Минеральные удобрения**

### **4.1. Классификация и свойства минеральных удобрений**

Классификация минеральных удобрений. Сырье для производства минеральных удобрений. Физико-химические свойства минеральных удобрений. Действующее вещество. Понятие о дозе удобрений. Основные направления улучшения ассортимента и качества минеральных удобрений.

### **4.2. Азотные удобрения**

Роль азота в жизни растений. Особенности питания растений аммонийным и нитратным азотом.

Содержание азота в почве. Процессы аммонификации, нитрификации и денитрификации.

Баланс азота в земледелии. Значение бобовых растений в обогащении почвы азотом, получении продукции с высоким содержанием белка. Несимбиотическая и ассоциативная азотфиксация.

Классификация азотных удобрений. Их основные формы, производство, состав и применение. Аммиачная селитра. Серноокислый аммоний. Жидкие аммиачные азотные удобрения. КАС. Карбамид. Медленнодействующие азотные удобрения. Новые формы азотных удобрений.

Использование растениями азотных удобрений и их превращение в почве.

Дозы, сроки и способы внесения азотных удобрений под основные сельскохозяйственные культуры. Особенности применения азотных удобрений на осушенных торфяных почвах.

Влияние азотных удобрений на урожай различных сельскохозяйственных культур и его качество (данные научно-исследовательских организаций, практика передовых хозяйств, зарубежный опыт). Способы повышения эффективности азотных удобрений. Агрохимическая и экономическая эффективность применения азотных удобрений.

### **4.3. Фосфорные удобрения**

Роль фосфора в жизни растений. Источники фосфора для растений. Поступление фосфатов в растения и вынос фосфора урожаем.

Содержание и формы соединений фосфора в почвах. Химическое связывание фосфатов в почве. Круговорот и баланс фосфора в природе.

Сырье для производства фосфорных удобрений и его переработка. Месторождения апатитов и фосфоритов. Способы получения, состав и свойства фосфорных удобрений. Суперфосфаты, суперфосы. Термофосфаты. Обесфторенный фосфат, полифосфаты. Фосфоритная мука и условия ее эффективного применения. Использование отходов промышленности, содержащих фосфор.

Взаимодействие фосфорных удобрений с почвой. Поглощение фосфатов почвами с различной реакцией среды. Последствие фосфорных удобрений.

Дозы, сроки и способы внесения фосфорных удобрений под различные сельскохозяйственные культуры.

Применение фосфорных удобрений в запас. Локальное внесение фосфорных удобрений. Коэффициенты использования фосфора из удобрений и почвы.

Значение фосфорных удобрений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и улучшении качества растениеводческой продукции. Пути повышения эффективности использования фосфорных удобрений.

#### **4.4. Калийные удобрения**

Роль калия в жизни растений и его содержание в урожае отдельных сельскохозяйственных культур.

Содержание и формы калия в почвах. Круговорот и баланс калия в природе.

Месторождения калийных солей в Республике Беларусь и других странах. Классификация калийных удобрений, их состав, свойства и применение.

Хлористый калий. Способы получения хлористого калия. Сернокислый калий. 40%-ная калийная соль. Применение золы в качестве удобрения. Перспективные формы калийных удобрений.

Взаимодействие калийных удобрений с почвой. Применение калийных удобрений в зависимости от биологических особенностей растений и почвенно-климатических условий. Влияние известкования, использования органических удобрений и других факторов на эффективность их применения. Нормы, сроки и способы внесения калийных удобрений. Влияние калийных удобрений на урожайность и качество продукции отдельных сельскохозяйственных культур на различных почвах. Коэффициенты использования калия из удобрений и почвы. Способы повышения эффективности калийных удобрений.

#### **4.5. Серосодержащие удобрения**

Роль серы в жизни растений. Баланс серы в почвах Республики Беларусь. Серосодержащие удобрения и условия их эффективного применения.

#### **4.6. Микроудобрения**

Значение микроэлементов для растений в условиях современного земледелия. Содержание отдельных микроэлементов в растениях и почвах.

Функции отдельных микроэлементов (бора, меди, марганца, молибдена, цинка, кобальта) в растениях.

Простые, органо-минеральные и хелатные соединения микроэлементов, содержащих бор, марганец, медь, молибден, цинк и другие микроэлементы. Полимикродобрения. Роль микроудобрений в условиях интенсификации земледелия. Дозы, сроки и способы применения микроудобрений в зависимости от почвенно-климатических условий и биологических особенностей культур.

Эффективность использования микроудобрений, их влияние на урожай и качество сельскохозяйственной продукции.

Понятие о комплексных удобрениях, их классификация, экономическое и агротехническое значение.

#### **4.7. Комплексные удобрения**

Способы получения, состав, свойства и применение комплексных удобрений. Аммофос, аммофосфат, азофоска, нитрофоска, нитроаммофоска, борный суперфосфат, аммонизированный суперфосфат, ЖКУ, удобрения для льна, сахарной свеклы, рапса, картофеля, яровых и зерновых культур, гречихи.

Тукосмеси, их состав, свойства и значение.

### **5. Органические и бактериальные удобрения**

Виды органических удобрений и их роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, создании бездефицитного баланса гумуса, регулировании биологических процессов в почве, получении нормативно чистой продукции.

Органические удобрения как источник элементов питания для растений.

Окупаемость органических удобрений. Значение правильного сочетания органических и минеральных удобрений.

#### **5.1. Подстилочный и бесподстилочный навоз, навозная жижа, птичий помет**

Состав и выход навоза, его удобрительная ценность в зависимости от вида животных, условий кормления и содержания, количества и качества подстилочного материала. Способы хранения подстилочного навоза и процессы, происходящие при его разложении. Подстилочный навоз различной степени разложения и его удобрительная ценность. Хранение подстилочного навоза в навозохранилище. Хранение навоза в штабелях. Способы уменьшения потерь азота и других элементов питания при хранении подстилочного навоза. Использование основных элементов питания из подстилочного навоза при прямом действии и впоследствии.

Нормы и сроки внесения подстилочного навоза. Энергосберегающие технологии использования навоза.

Состав и удобрительная ценность бесподстилочного навоза разных видов животных. Формы и доступность растениям основных элементов питания бесподстилочного навоза. Определение выхода полужидкого, жидкого навоза и навозных стоков. Хранение бесподстилочного навоза. Нормы, сроки и способы внесения бесподстилочного навоза с учетом биологических особенностей возделываемых культур и охраны окружающей среды.

Состав, хранение и использование навозной жижи в качестве удобрения.

Состав и выход помета от различных видов птицы. Хранение и применение птичьего помета под сельскохозяйственные культуры.

## **5.2. Торф, компосты, солома и другие органические удобрения**

Запасы торфа в Республике Беларусь. Виды и типы торфа, их агрохимическая характеристика и ботанический состав. Степень разложения торфа. Зольность, кислотность, влагоемкость и поглотительная способность торфа. Содержание питательных элементов в торфе.

Заготовка и использование торфа на подстилку и удобрение. Торфяной навоз, его удобрительная ценность. Условия эффективного использования торфа на удобрение. Мероприятия по рекультивации выработанных торфяников.

Теоретическое обоснование компостирования. Значение микробиологических процессов в превращении питательных веществ компоста в доступные для растений соединения.

Торфонавозные, торфожижевые, торфофекальные, вермикомпосты и другие виды компостов. Технология их приготовления. Значение соотношения компонентов в компостах для развития микробиологических процессов.

Использование в компостах фосфоритной муки, извести, золы (при повышенной кислотности торфа) и других компонентов. Химический состав различных компостов. Использование городских, промышленных и сельскохозяйственных отходов на удобрение путем их компостирования и технология их приготовления. Роль компостов в защищенном грунте.

Эффлюент и другие удобрения на основе органических отходов промышленного производства, разрешенных для применения в Беларуси.

Состав и свойства почвогрунтов и грунтовых смесей. Твердые бытовые отходы, лигниновые удобрения, осадки сточных вод, вермикомпосты.

Сапропель, запасы, химический состав, удобрительная ценность, дозы внесения, использование сапропеля в сельском хозяйстве.

Использование соломы на удобрение. Баланс соломы в аграрном секторе Республики Беларусь. Химический состав соломы. Технология использования соломы на удобрение под озимые и яровые культуры.

### **5.3. Зеленое удобрение**

Значение зеленого удобрения в обогащении почвы органическими веществами, азотом и другими питательными элементами. Формы использования зеленого удобрения. Значение зеленого удобрения для малоплодородных песчаных почв. Растения, возделываемые на зеленое удобрение (сидераты). Характеристика сидератов в промежуточных посевах. Комплексное использование бобовых сидератов на корм и удобрение. Удобрение сидератов. Применение бактериальных препаратов при выращивании бобовых и других сидератов. Разложение зеленого удобрения в почве. Роль и значение зеленого удобрения в органическом земледелии.

Применение зеленого удобрения в Республике Беларусь в зависимости от почвенно-климатических условий. Его влияние на урожайность различных культур и свойства почвы.

### **5.4. Бактериальные удобрения**

Значение бактериальных удобрений. Бактериальные удобрения на основе азотфиксирующих бактерий для бобовых, небобовых культур и их применение.

## **6. Технология хранения, подготовки и внесения удобрений**

Технологические свойства удобрений. Технология хранения твердых, жидких минеральных удобрений. Типы складских помещений и навозохранилищ. Приемы снижения потерь и сохранения качества удобрений при их транспортировке, хранении и внесении. Подготовка удобрений к внесению.

Технологические схемы и машины для внесения органических, минеральных (твердых и жидких) удобрений, известковых материалов. Контроль и оценка качества работ по внесению удобрений. Техника безопасности при транспортировке, хранении и внесении удобрений.

## **7. Система применения удобрений**

### **7.1. Основные принципы построения системы удобрения**

Определение и задачи системы удобрения. Основные принципы построения системы удобрения. Факторы, определяющие построение системы удобрения: планирование производства растениеводческой продукции и поставок удобрений, почвенно-климатические условия, особенности питания отдельных культур и характер севооборота; агротехника, выбор оптимальных видов, форм и доз удобрений, сроков и способов их внесения; сочетание применения минеральных и органических удобрений;

известкование почв, регулирование водного режима (орошение, осушение).

Принципы подхода к определению доз внесения удобрений под планируемый урожай сельскохозяйственных культур и при дефиците удобрений. Методы расчета доз удобрений: на основе использования результатов полевых опытов с удобрениями, а также агрохимического обследования почв; балансовые – на основе выноса планируемым урожаем питательных элементов и коэффициентов их использования из почвы и удобрений; нормативные – по нормативам затрат минеральных удобрений на единицу или прибавку урожая; математические с использованием ЭВМ – на основе производственных функций в системе «почва–растение–удобрение»; целенаправленного регулирования плодородия почв.

Баланс гумуса и элементов питания в севообороте. Биологический и хозяйственный баланс. Общий и эффективный баланс элементов питания и его интенсивность.

Оценка системы удобрения по балансу азота, фосфора, калия и гумуса в почве. Баланс кальция, магния и серы в севообороте.

Приемы, сроки и способы внесения удобрений. Основное (допосевное), припосевное (рядковое), послепосевное (подкормки) внесение удобрений. Сроки внесения удобрений в зависимости от свойств почв и удобрений.

## **8. Удобрения основных сельскохозяйственных культур**

### **8.1. Зерновые, зернобобовые, крупяные культуры**

Особенности питания и удобрения озимых ржи, пшеницы, тритикале, яровых пшеницы, ячменя, овса, тритикале, гречихи, проса, гороха, вики, кормовых бобов, люпина, сои.

### **8.2. Технические культуры**

Удобрение льна-долгунца, льна масличного, сахарной свеклы, озимого и ярового рапса.

### **8.3. Кормовые культуры**

Удобрение многолетних трав (клевера, люцерны, галеги восточной, клеверо-злаковых смесей), кукурузы, кормовой свеклы, однолетних трав (сераделлы, пелюшки, вико-овсяной смеси, райграса, проса, сорго), промежуточных и пожнивных культур (рапса, редьки масличной, горчицы белой, сурепицы).

#### **8.4. Удобрения сенокосов и пастбищ**

Особенности удобрения многолетних трав при сенокосном и пастбищном использовании.

#### **8.5. Картофель**

Особенности питания и удобрения картофеля.

#### **8.6. Удобрение плодовых ягодных культур**

Удобрение яблони, груши, сливы, вишни, земляники, смородины, малины, крыжовника.

#### **8.7. Удобрение овощных культур**

Особенности питания и удобрения огурцов, томатов, капусты, моркови, столовой свеклы, репчатого лука.

#### **8.8. Особенности удобрения торфяных почв**

Свойства торфяных почв и особенности применения удобрений. Дозы и сроки, способы внесения макро- и микроудобрений на торфяных почвах.

#### **8.9. Эффективность и энергосбережение при применении удобрений**

Основные принципы расчета агрономической, экономической и энергетической эффективности применения удобрений. Основные пути ресурсосбережения при использовании удобрений.

#### **9. Применение удобрений на почвах, загрязненных радионуклидами**

Поведение радионуклидов в почвах и закономерности их поступления в растения. Влияние известкования, органических и минеральных удобрений на накопление радионуклидов в растениях. Особенности применения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры в условиях радиоактивного загрязнения почв. Рекомендуемые дозы, сроки и способы внесения известковых мелиорантов, органических и минеральных удобрений для получения экологически безопасной растениеводческой продукции.

#### **10. Агрохимическая служба**

Структура агрохимической службы Республики Беларусь.

## **11. Экологические проблемы применения удобрений и приемы снижения негативного влияния удобрений на окружающую среду**

Основные причины негативного воздействия удобрений на окружающую среду. Влияние удобрений на эвтрофикацию природных вод, накопление нитратов, тяжелых металлов, фтора, хлора в продукции растениеводства. Предельно допустимые концентрации нитратов, тяжелых металлов и других ингредиентов в почве, растениях, воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового использования, рыбохозяйственных водоемах. Мероприятия по охране окружающей среды: организационные, агротехнические, биологические, химические, нормативно-контролирующие. Сбалансированное и рациональное применение удобрений и других средств химизации – основа устранения их отрицательного влияния на почву, растение, человека и животных. Максимально допустимые дозы азотных удобрений, способствующие получению экологически чистой продукции. Научные основы органического (биологического) земледелия и перспективы его использования в условиях Республики Беларусь. Удобрения, разрешенные для производства органической продукции.

**ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ****Литература****Основная**

1. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под редакцией И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2023. – 600 с.
2. Агрохимия. Лабораторный практикум: учеб. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 276 с.
3. Агрохимия и система применения удобрений: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2023. – 328 с.
4. Агрохимия. Учебная практика: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2018. – 171 с.
5. Батыршаев, Э. М. Агрохимия. Агрохимическое обслуживание сельского хозяйства: учеб.-метод. пособие / Э. М. Батыршаев, К. А. Гурбан; под ред. Э. М. Батыршаева. – Горки: БГСХА, 2021. – 109 с.
6. Вильдфлуш, И. Р. Агрохимия. Удобрения и их применение в современном земледелии: учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш, В. В. Лапа, О. И. Мишура; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2019. – 405 с.
7. Система применения удобрений: учебник / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – 439 с.
8. Агрохимия: учебник / В. Г. Минеев [и др.]. – Москва: ВНИИА им. Д. Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.
9. Ягодин, Б. А. Агрохимия: учебник / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 584 с.

**Дополнительная**

1. Агрохимия. Анализ растений и кормов: метод. указ. по выполн. лаб. работ / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 58 с.
2. Агрохимия. Анализ удобрений: метод. указ. по выполн. лаб. работ / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 60 с.
3. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; ред. В. В. Лапа; Национальная академия наук Беларуси, Институт почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 260 с.
4. Удобрения и качество урожая сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Технопринт, 2005. – 276 с.
5. Цыганов, А. Р. Биофизические основы рациональных способов внесения минеральных удобрений / А. Р. Цыганов, А. М. Гордеев, И. Р. Вильдфлуш. – Горки: БГСХА, 2006. – 304 с.

6. Комплексное применение средств химизации при возделывании зерновых культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 174 с.

7. Цыганов, А. Р. Экологические проблемы агрохимии / А. Р. Цыганов, И. Р. Вильдфлуш, Т. Ф. Персикова. – Минск, 1997. – 75 с.

8. Персикова, Т. Ф. Биологический азот в земледелии / Т. Ф. Персикова, А. Р. Цыганов, И. Р. Вильдфлуш. – Минск, 2003. – 237 с.

### **Методы (технологии) обучения**

В процессе освоения учебной дисциплины используется модульно-рейтинговая технология.

Основными методами обучения являются:

- элементы проблемного обучения, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, осуществление творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях, при проведении учебно-исследовательской работы студентов (УИРС) и при самостоятельной работе.

### **Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы**

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в лаборатории при проведении лабораторных занятий;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам;
- выполнение курсовой работы.

### **Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций**

Для оценки учебных достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- сдача модулей (блоков) по отдельным темам учебной дисциплины;
- сдача выполненных на лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- защита выполненных в рамках самостоятельной работы индивидуальных заданий;
- выступление студента на конференции по подготовленному реферату;
- сдача экзамена по учебной дисциплине.

### **Примерный перечень лабораторных занятий**

Агрохимический анализ растительных образцов для определения

качества урожая и содержания питательных веществ. Подготовка растительного материала к анализу. Определение влаги и сухого вещества. Сухое и мокрое озоление. Анализ растений на содержание азота, фосфора, калия, кальция, магния, микроэлементов, нитратного азота. Определение белкового азота, сахаров, крахмала, жира, клетчатки.

Агрохимический анализ почвы для обоснования норм внесения удобрений. Определение подвижных соединений фосфора и калия в почве. Определение кислотности почвы для установления необходимости известкования и определения норм известковых удобрений. Почвенная диагностика азотного питания для определения норм азотных удобрений.

Агрохимический анализ удобрений для установления их удобрительной ценности. Ассортимент минеральных удобрений и их распознавание. Качественное определение удобрений. Определение аммиачного и нитратного азота, фосфора и калия в минеральных удобрениях. Анализ известковых удобрений. Определение общего и аммиачного азота, фосфора и калия в навозе или компостах.

### **Требования к курсовой работе**

**Цель и задачи.** Целью курсовой работы по учебной дисциплине «Агрохимия» является овладение методикой разработки системы применения удобрений в сельскохозяйственных предприятиях. Для этого нужно знать почвенные условия, особенности питания сельскохозяйственных культур (сортов), свойства удобрений, содержание в них действующего вещества, их превращение в почве, приемы и способы внесения удобрений при прогрессивных технологиях возделывания культур, основные машины и орудия по подготовке и внесению удобрений в почву.

Правильно разработанная система применения удобрений должна обеспечить решение следующих задач:

- 1) получение плановых урожаев всех сельскохозяйственных культур при хорошем качестве продукции;
- 2) улучшение и постепенное выравнивание эффективного плодородия почв;
- 3) повышение эффективности использования удобрений и производительности труда в земледелии;
- 4) предотвращение загрязнения окружающей среды средствами химизации.

**Порядок разработки курсовой работы.** Перед выполнением курсовой работы необходимо получить индивидуальное задание, которое содержит следующую информацию:

- типы и гранулометрический состав почв по полям севооборота на пашне и других угодьях, их агрохимическую характеристику – содержание в почве гумуса (%), подвижных форм фосфора, калия, микроэлементов (мг/кг почвы), значение  $pH_{KCl}$ ;

- чередование культур в севообороте;

- площадь пашни в севообороте (полевым, кормовом, овощном), под культурами вне севооборота (кукуруза, люцерна, сады), под лугопастбищными угодьями (культурные и естественные сенокосы и пастбища), под торфяниками, пригодными для заготовки торфа на удобрение;

- балльную оценку почв пашни и лугопастбищных угодий;

- поголовье скота в хозяйстве по видам и возрастным группам;

- планируемые уровни урожая сельскохозяйственных культур на перспективу (при их отсутствии рассчитывает сам студент).

Выполнение курсовой работы целесообразно проводить в следующей последовательности:

1. Подготовить обзор литературы по вопросам, указанным в индивидуальном задании.

2. Проанализировать агрохимические показатели почв под культурами севооборота, культурами вне севооборота и лугопастбищными угодьями. Рассчитать индекс агрохимической окультуренности почв.

3. Составить многолетний план известкования почвы в севообороте на пашне и других угодьях, который включает расчет доз  $\text{CaCO}_3$  и норм физического веса известкового удобрения, определение сроков внесения известкового удобрения с учетом ротации культур в севообороте и агротехники возделывания культур вне севооборота.

4. Рассчитать потребность хозяйства в органических удобрениях и накопление навоза в хозяйстве. При необходимости разработать мероприятия по увеличению органических удобрений. Распределить органические удобрения в хозяйстве по объектам использования. Рассчитать общее количество органических удобрений для севооборота на пашне с учетом принятой насыщенности и распределить его между культурами.

5. Разработать многолетний план применения удобрений в севообороте на пашне и для других угодий, где определить дозы и приемы внесения органических и минеральных удобрений, включая микроудобрения.

6. Рассчитать баланс азота, фосфора, калия и гумуса в почве в севообороте и по их показателям оценить разработанную систему применения удобрений. При необходимости внести коррективы в систему удобрения.

7. Овладеть методикой расчета норм минеральных удобрений для планируемой урожайности по выносу питательных элементов на примере зерновой и пропашной культуры севооборота.

8. Описать биологические особенности питания культур севооборота на пашне и других угодий, обосновать приемы, сроки и способы внесения удобрений с указанием вида, формы, физической массы удобрения, марки машины и орудия.

9. Произвести расчет энергетической и экономической эффективности применения удобрений в севообороте.

10. Рассчитать потребность хозяйства в минеральных удобрениях.

Объем курсовой работы не должен превышать 40 страниц компьютерного исполнения.