

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

кафедра агрохимии и почвоведения

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**  
**ДЛЯ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО**  
**АГРОНОМИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

Студент \_\_\_\_\_ группы

\_\_\_\_\_

Казань, 2017

УДК 631.8

ББК 40.3

Составители: проф., д.с.-х.н. Гилязов М.Ю., проф., д.с.-х.н. Таланов И.П., доц., к.с.-х.н. Каримова Л.З., доц, к.с.х.н. Низамов Р.М, Вахитова Л.З.

Рабочая тетрадь предназначена для проведения лабораторно-практических занятий по агрономической химии для студентов-бакалавров агрономического факультета.

Рассмотрена, одобрена и рекомендовано к изданию через офсетную лабораторию Казанского ГАУ на заседании кафедры агрохимии и почвоведения (протокол № от 2017 г.).

Рецензенты:

Казанский государственный аграрный университет

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	
Ознакомление с техникой лабораторных работ	4
<b>АНАЛИЗ РАСТЕНИЙ</b>	
Определение абсолютно сухого вещества и гигроскопической влаги весовым методом	
Определение общего азота в растениях	
Определение общего фосфора в растениях	
Определение общего калия в растениях	
Определение содержания нитратов в растениях	
<b>АНАЛИЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ</b>	
Распознавание минеральных удобрений по качественным реакциям	
Определение норм минеральных удобрений	
<b>АНАЛИЗ ИЗВЕСТКОВЫХ УДОБРЕНИЙ</b>	
Определение нейтрализующей способности известкового материала и расчет доз извести	
<b>АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ</b>	
Расчет выхода навоза и оценка обеспеченности хозяйства органическими удобрениями	
Определение аммиачного азота в навозе	
Определение зольности и кислотности торфа	

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Тема 1: Ознакомление с техникой лабораторных работ.**

1. Химическая посуда.

2. Фильтрация.

3. Взвешивание.

4. Отбор аналитической пробы.

## 5. Приготовление растворов и титрование.

Рекомендуемая литература:  
24 (стр. 5-37)

## **АНАЛИЗ РАСТЕНИЙ**

### **Тема 2: Определение абсолютно сухого вещества и гигроскопической влаги весовым методом.**

1. Значение анализа.

2. Принцип метода.

### 3. Ход анализа

4. Вычисление результатов анализа.

№ образца	№ бюкса	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с материалом, г		Навеска материала, г	Вес воды, г	Гигроскопическая вода, г	Содержание абсолютно сухого вещества, %	Коэффициент перевода на абсолютно сухой вес
			До сушки	После сушки					

ГВ=

АСВ=

Коэффициент перевода на АСВ

Рекомендуемая литература:

24 (стр. 113-116); 25 (стр. 59-65)

### **Тема 3: Определение общего азота в растениях**

1. Значение химического анализа растений.

2. Мокрое озоление растений. Какие реакции происходят при мокром озолении по методу К. Гинзбург.

3. Азот в растениях.

4. Азот в почве.

5. Принцип метода определения общего азота в растениях

а) по методу Кьельдаля



б) по методу\_\_\_\_\_

6. Вычисление результатов анализа.

№ образца	Расчетная навеска, г	Взята 0,1 n H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> на связывание NH <sub>3</sub> , мл	Поправка к титру 0,1 n H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ушло 0.1 n NaOH на титрование, мл	Поправка к титру 0,1 n NaOH	Содержание общего азота % на		Содержание сырого протеина на абс.сух.вес, %
						возд. сух.вес	асб.сух.вес	

7. Обсуждение результатов и основные выводы.

Содержание общего азота и сырого протеина в сельскохозяйственных культурах, вынос азота урожаями в зависимости

---



---



---



---

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Влажность, урожая, %	Абс.сухое вещество урожая, ц/га	Содержание на асб.сухой вес, %		Вынос азота с урожаем, кг/га	Выход сырого протеина, кг/га	КИУ % азота
				Общего азота	Сырого протеина			

## Заключение

1) Рассчитать хозяйственный вынос азота

2) Рассчитать биологический вынос

3) Рассчитать нормативный вынос

4) Рассчитайте дозу азотных удобрений для подкормки

Рекомендуемая литература:

24 (стр. 103-112; 123-125; 176-182; 276-285);

25 (стр.358-361; 140-162):

31 (стр. 217-213)

## **Тема 4. Определение общего фосфора в растениях с применением аскорбиновой кислоты**

1. Фосфор в растениях.

2. Фосфор в почве.

3. Принцип метода с применением аскорбиновой кислоты по Мерфи и Райли

4. Устройство фотоэлектроколориметра и работа на приборе.

5. Построение калибровочной кривой.

№ колбы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Испыту емый р-р
Взято стандартного рабочего раствора в 100 мл. колбу, мл											
Содержание $P_2O_5$ , мг/100 мл. раствора											
Показание фотоэлектроколориметра											

6. Вычисление результатов анализа.

№ образца	Навеска, г		Показания ФЭК	Содержание $P_2O_5$ в мг на 100 мл раствора	Содержание $P_2O_5$ на возд.-сухое вещество, %	Коэффициент перевода на абсолютно сухой вес	Содержание $P_2O_5$ на абс. сухое веществ, %
	первоначальная	расчетная					

7. Обсуждение результатов и основные выводы.

Содержание фосфора в растениях и вынос его урожаем.

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Влажность урожая, %	Абс.сухой вес урожая, ц/га	Содержание общего фосфора на абс.сухой вес, %	Вынос фосфора урожаем, кг/га	КИУ, %



3) Рассчитать биологический вынос

4) Рассчитать нормативный вынос

Рекомендуемая литература:

24 (стр. 38-55; 131-132; 134-135); 25 (стр. 15-14; 409; 163-196);

27 (стр. 7-10; 57-92); 31 (стр. 199-209).

## **Тема 5: Определение общего калия в растениях.**

1. Калий в растениях.

2. Калий в почве.

### 3. Принцип метода.

4. Устройство пламенного фотометра и работа на приборе.

5. Построение калибровочной кривой.

№ колбы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Взято исходного Образцового ра- створа в 100 мл колбу, мл										
Содержание $K_2O$ , Мг/100 мл раствора										
Показания пламенного фотометра										

6. Вычисление результатов анализа.

№ образца	навеска		Показания пламенного фотометра	Содержание $K_2O$ в мг на 100 мл раствора	Содержание $K_2O$ на возд.сухое вещество, %	Коэффициент перевода на абс.сухой вес	Содержание $K_2O$ на абс.сухое веществ, %
	первоначальная	расчетная					

7. Обсуждение результатов и основные выводы.

Изменение содержания калия в растениях в зависимости

---

---

Варианты опыта	Урожайность, т/га	Влажность урожая, %	Абс.сухой вес урожая, т/га	Содержание общего калия на абс.сухой вес, %	Вынос калия с урожаем, кг/га	КИ из удобрений, %	КИ из почвы, %

## Заключение

1) Рассчитать хозяйственный вынос

2) Рассчитать биологический вынос

3) Рассчитать нормативный вынос

Рекомендуемая литература:

24 (стр. 65-74; 127-130; 141-142); 25 (стр. 409-411; 163-196);

27 (стр. 7-10; 119-129); 29 (стр. 134-138); 31 (стр. 199-209).

## **Тема 6: Определение содержания нитратов в растениях.**

1. Принцип методов:

1.1 дисульфопениловой кислотой

1.2 ионоселективного электрода

1.3 индикаторной бумаги

1.4 полевых приборов (ОП - 2)

2. Ход работы:

3. Рассчитайте допустимую суточную норму потребления анализированного продукта, исходя из собственного веса.

4 Приемы ограничивающие избыточное накопление нитратов в сельскохозяйственных культурах:

1.1 Агрохимические

## 1.2 Агротехнические

## 1.3 Иные приемы

Рекомендуемая литература:

1 (стр. 194-253); 3 (стр. 55-56); 7 (стр. 11-21); 14 (стр. 196-204); 16 (стр. 5-60; 132-146; 167-190); 24 (стр. 87-95; 185-190); 27 (стр. 190-205; 209-223); 31 (стр. 219-223).

**АНАЛИЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ**  
**Тема 7: Распознавание минеральных удобрений**  
**по качественным реакциям**

1. Основные качественные реакции.

1.1 Внешний вид.

1.2 Растворимость в воде.

1.3 Реакция удобрений на раскаленном предмете.

1.4 Реакция с щелочью (NaOH, KOH)

1.5 Реакция с кислотой (HCl, HNO<sub>3</sub>)

1.6 Реакция с хлористым барием (BaCl<sub>2</sub>)

1.7 Реакция с азотнокислым серебром ( $\text{AgNO}_3$ )

1.8 Проба с лакмусовой бумагой

## 2. Ход работы.

### 3. Результаты качественных реакций.

№ пакета	Внешний вид	Растворимость в воде	Реакция на раскаленном предмете	Реакция с щелочью	Реакция с кислотой	Реакция с $BaCl_2$	Реакция с $AgNO_3$	Реакция с метилоранжем	Прочие свойства	Название удобрений	Формула удобрений

#### 4. Основные требования при хранении минеральных удобрений.

Рекомендуемая литература:

1 (стр. 191-194; 527-581); 24 (стр. 345-351);  
28 (стр. 476-479; 654-655); 29 (стр. 168-170);  
30 (стр. 15-37).

## **Тема 8: Определение норм минеральных удобрений.**

### **1. Методы расчета норм удобрений.**

## **2. Определение норм удобрений по нормативам затрат удобрений на единицу урожая.**

Нормы удобрений в данном случае рассчитывают по формуле:

Задача:

Решение:

Рекомендуемая литература:

1 (стр. 419); 5 (стр. 4-5); 8 (стр. 162-165); 11 (стр. 162-165);  
21 (стр. 1-172); 29 (стр. 296-299).

Вид удобрения	Планируемый урожай, ц/га (Уп)	Нормативы затрат на единицу урожая, кг д.в./га (Н)	Группа обеспеченности почвы	Поправочный коэффициент (К)	Норма удобрения кг д.в./га (Д)	Форма удобрения (название)	Фактическая норма внесения удобрения, кг/га
Задание №							
N							
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>							
K <sub>2</sub> O							
Задание №							
N							
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>							
K <sub>2</sub> O							

Преимущества и недостатки метода:

### **3. Определение норм удобрений по программному комплексу РАДОЗ-ВВ**

Нормы удобрений в данном случае рассчитывают по формуле:

Задача:

Решение:

Вид удобрения	Средняя рекомендуемая норма удобрения кг д.в./га (Н рек)	Поправочные коэффициенты					Фактическая норма внесения удобрения (Н факт)		
		K1	K2	K3	K4	K5	кг д.в./га	форма удобрения	кг/га
Задание №									
N									
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>									
K <sub>2</sub> O									
Задание №									
N									
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>									
K <sub>2</sub> O									

Преимущества и недостатки метода:

Рекомендуемая литература:

1 (стр. 420); 4 (стр. 103-110); 5 (стр. 6-8); 8 (стр. 64-69); 17 (стр. 1-151); 28 (стр. 197-200); 29 (стр. 299).

#### **4. Определение норм удобрений расчетно-балансовым методом (РБМ) На планируемую урожайность**

Нормы удобрений в данном случае рассчитывают по формуле:

Задача:

Решение:

№	Показатели	культура					
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		Уп = _____ т/га			Уп = _____ т/га		
1	Потребление (вынос) элементов питания с ед. основной продукции (с учетом побочной), кг/га (В)						
2	Ожидаемый вынос элементов питания с планируемым урожаем, кг/га						
3	Содержание гумуса (%) и подвижных форм РК в почве, мг/кг						
4	Запасы подвижных форм элементов питания в пахотном слое почвы, кг/га (S <sub>n</sub> )						
5	Среднее значение коэффициентов использования питательных элементов из почвы (K <sub>n</sub> )						
6	Ожидаемое поступление питательных элементов из почвы, кг/га						
7	Норма внесения органических удобрений, т/га						
8	Содержание питательных элементов в органических удобрениях, %						
9	Запасы питательных элементов в органических удобрениях, кг/га (S <sub>0</sub> )						
10	Среднее значение коэффициентов использования питательных элементов из органических удобрений (K <sub>0</sub> )						
11	Ожидаемое поступление питательных элементов из органических удобрений, кг/га						
12	Дефицит питательных элементов для получения планируемого урожая, кг/га						
13	Среднее значение коэффициентов использования питательных элементов из минеральных удобрений (K <sub>y</sub> )						
14	Нормы внесения питательных элементов в почву минеральных удобрений, кг д.в./га (Н)						
15	Норма внесения минеральных удобрений, кг/га а) б) в)						

Преимущества и недостатки метода:

**Определение норм удобрений расчетно-балансовым методом (РБМ)  
На прибавку урожая**

Нормы удобрений в данном случае рассчитывают по формуле:

Задача:

Решение:

Преимущества и недостатки метода:

**Определение норм удобрений расчетно-балансовым методом (РБМ)  
Методом фактора минимума**

Нормы удобрений в данном случае рассчитывают по формуле:

Задача:

Решение:

№	Показатели	культура					
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
		Уп = _____ т/га			Уп = _____ т/га		
1	Содержание подвижных форм NPK в почве, мг/кг						
2	Запасы подвижных форм питательных элементов в пахотном слое почвы, кг/га (Sp)						
3	Среднее значение коэффициентов использования питательных элементов из почвы (Кп)						
4	Ожидаемое поступление питательных элементов из почвы, кг/га						
5	Норма внесения органического удобрения, т/га						
6	Содержание питательных элементов в органическом удобрении, %						
7	Запасы питательных элементов в органических удобрениях, кг/га (So)						
8	Среднее значение коэффициентов использования питательных элементов из органических удобрений (Ko)						
9	Ожидаемое поступление питательных элементов из органических удобрений, кг/га						
10	Суммарное поступление питательных элементов из почвы и органических удобрений, кг/га						
11	Потребление (вынос) питательных элементов с единицей основной и побочной продукции, кг/т (B)						
12	Возможная урожайность без внесения минеральных удобрений, т/га (Уо)						
13	Среднее значение коэффициентов использования питательных элементов из минеральных удобрений (Ку)						
14	Норма внесения питательных элементов в составе минеральных удобрений, кг. д.в./га (H)						
15	Норма внесения минеральных удобрений, кг/га А) Б)						

Преимущества и недостатки метода:

Рекомендуемая литература:

1 (стр. 421-425); 4 (стр. 73-200); 5 (стр. 8-18); 6 (стр. 49-56); 7 (стр. 98-111); 8 (стр. 69-80); 11 (стр. 86-115); 12 (стр. 162-175); 19 (стр. 499-507); 28 (стр. 181-222); 29 (стр. 276-311).



3. Классификация известковых удобрений.

4. Принцип метода.

5. Вычисление результатов анализа.

№ образца	Расчетная навеска, г	Взято 0,5 н HCl, мл	Поправка к титру 0,5 н HCl, мл	Ушло 0,5 н NaOH на титрование, мл	Поправка к титру 0,5 н NaOH	Содержание CaO, %	Содержание CaCO <sub>3</sub>

6. Установление необходимости в известковании и расчет доз известковых удобрений.

Рекомендуемая литература:

1 (стр. 148-190); 8 (стр. 5-30); 14 (стр. 83-103); 19 (стр. 447-450; 455-461);  
22 (стр. 177-189); 24 (стр. 252-256; 265-267); 28 (стр. 177-180); 29 (стр. 143-156).

## **АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ**

### **Тема 10: Расчет выхода навоза и оценка обеспеченности хозяйства органическими удобрениями**

1. Значение анализа.

2. Ожидаемый выход свежего подстилочного навоза в хозяйстве следует рассчитывать по формуле Вольфа:

Задание:

Решение:

Расчет выхода сырой массы кормов и подстилки

Культура	Площадь, га	Часть урожая	Планируемый урожай, ц/га	Валовый сбор, т	Коэффициент пересчета на корм подстилку	Выход, т	
						кормов	подстилки

Расчет выхода сухого вещества кормов и подстилки

Вид кормов и подстилки	Выход сырой массы кормов и подстилки, т	Содержание влаги, %	Коэффициент пересчета на сухое вещество	Выход сухого вещества
Зерно				
Сено				
Сенаж				
Силос				
Солома				
Корнеплоды				
Картофель				
Зеленый корм+ботва				
ИТОГО кормов (К)				
Подстилка (П)				

Нсв=

Нпп=

Насыщенность пашни  
орг.удобрениями =

**ВЫВОДЫ:**

Рекомендуемая литература:

1 (стр. 370-395); 8 (стр. 30-35); 23 (стр. 3-41); 29 (стр. 308-341).

**Тема 11: Определение аммиачного азота в навозе.**

2. Значение анализа.

### 3. Принцип метода.

### 4. Вычисление результатов анализа

№ образца	Расчетная навеска, г	Взято 0,1n H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> на связывание аммиака, мл.	Поправка к титру 0,1n H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Ушло 0,1 n NaOH на титрование	Поправка к титру 0,1 n NaOH	Содержание аммиачного азота при влажности, %	Влажность навоза, %	Содержание амм. азота при станд. влажн. 75%, %

## 5. Обсуждение результатов и основные выводы

### Изменение содержания аммиачного азота в навозе в зависимости

Срок хранения	Вес в % от первоначального веса	Содержание аммиачного азота при станд.влажн. 75%, %	Количество амм.азота	
			кг	в % от перв. кол-ва

Рекомендуемая литература:

24 (стр. 379-382): 25 (стр. 551-555).

## **Тема 12: Определение зольности и кислотности торфа.**

1. Использование торфа в сельском хозяйстве.

2. Значение анализа.

3. Принцип метода.

4. Устройство рН – метра и работа на приборе

5. Вычисление результатов анализа.

№ образца	№ бюкса	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с торфом, г		Зольность, %	рН солевой вытяжки
			До озоления	После озоления		

6. Рекомендации по применению анализированного торфа.

Рекомендуемая литература:

1 (стр. 405-413); 24 (стр. 387-388); 25 (стр. 560-561); 29 (стр. 263-268).

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия. Ягодин Б.А. 2-е изд. перераб. и доп. / Б.А.Ягодин, Ю. Жуков, В.И. Кобзаренко – М.: Колос, 2004. -584с.
2. Агрохимия. Под. ред. П.М.Смирнова и А.В.Петербургского. – М.:Колос,1975.-512с.
3. Алексеев Ю.В. Качество растениеводческой продукции / Ю.В. Алексеев. Л.: Колос Ленинград. отд., 1978. – 256 с.
4. Афендулов К.П., Лантухова А.И. Удобрения под планируемый урожай. -М.: Колос, 1973. -243с.
5. Гилязов М.Ю. Методические указания для выполнения лабораторно-практических работ / М.Ю. Гилязов. – Казань, изд-во Казанского ГАУ, 2013. – 63 с.
6. Гулякин И.В. Система применения удобрений. – М.: Колос, 1977. – 240с.
7. Дерюгин И.П. Кулюкин А.Н. Агрохимические основы системы удобрения овощных и плодовых культур. – М.: Агропромиздат, 1988. – 270с.
8. Донских И.Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе применения удобрений. – М.: Колос, 2004. – 144с.
9. Ермохин Ю.И.Почвенная диагностика обеспеченности растений макро- и микроэлементами на черноземах Сибири: - Омск, 1987. – 60с.
10. Ермохин Ю.И. Химическая диагностика потребности картофеля и овощных культур в удобрениях. – Омск, 1989 – 57с.
11. Ефимов В.Н. и др. Система удобрений. – М.: Колос. 2002. – 320с.
- 12.Ефимов В.Н., Калиниченко В.Г., Горлова М.Л. Пособие к учебной практике по агрохимии – Л.: Ленинград. Отд; «Агропромиздат», 1988. – 208с.
- 13.Кореньков Д.А. Продуктивное использование минеральных удобрений. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 221с.
- 14.Корнилов М.Ф. Известкование кислых почв Нечерноземной полосы СССР / М.Ф. Корнилов и др. – Л.: Колос, 1971. – 255 с.
15. Кидин
- 16.Кук
- 17.Методические указания по расчету удобрений и составлению планов их применения в Татарской АССР. Сост. Ломако Е.И., Вальников И.У. – Казань, 1985 - 151с.
- 18.Методические указания по комплексной диагностике азотного питания озимых зерновых культур. – М.: Колос, 1984. – 47с.
- 19..Минеев В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев. – М.: Изд. МГУ, 2004.-720 с.
- 20.Научные основы и рекомендации по эффективному применению органических удобрений
- 21.Нормы и нормативы для планирования в сельском хозяйстве. Растениеводство Сост.Ю.С. Чамов и др. Под ред. А.И. Ивлева. – М.:Агропромиздат, 1988. – 172с.
- 22.Панников В.Д. Почва климат

### 23. Попов

24. Практикум по агрохимии. Под ред. Б.А. Ягодина. М.: Агропромиздат, 1987. – 512.

25. Практикум по агрохимии. Под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689с.

26. Ринькис Г.Я. и др. Система оптимизации и методы диагностики минерального питания растений. – Рига: Зинатне, 1989. – 196с.

### 27. Русин.

28. Сапожников Н.А., Корнилов М.Ф. Научные основы системы удобрения в нечерноземной полосе. Изд. 2-е, перераб. и доп. – Л. Колос, 1977, - 296с.

29. Смирнов П.М., Муравин Э.А. Агрохимия. 2-е изд. Перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 447с.

30. Соколовский А.А. Краткий справочник по минеральным удобрениям / А.А. Соколовский

31. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235с.

32. Черникова В.А. Агроэкология / под редакцией В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос. – 2000. – 256 с.

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Для заметок