

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

*О.А. Ульянова*

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
УДОБРЕНИЙ И МЕЛИОРАНТОВ С ПОЧВОЙ**

*Методические указания  
для лабораторно-практических занятий*

Красноярск 2015

## *Рецензент*

*З.И. Михайлова, канд. биол. наук, доц. каф. земледелия Института агротехнических технологий Красноярского ГАУ*

Ульянова, О.А.

**Экологическая оценка взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой: метод. указания для лаборатор.-практ. занятий /** О.А. Ульянова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2015. – 48 с.

Представлены лабораторно-практические работы по экологической оценке взаимодействия удобрений с почвами. Показаны методики определения возобновляющей способности почв по некоторым агрохимическим показателям, а также методы расчета взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой.

Предназначено для студентов очного и заочного отделений Института агроэкологических технологий, обучающихся по направлению 110100.62 (35.03.03.) «Агрохимия и агропочвоведение», профиль «Агроэкология».

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

© Ульянова О.А., 2015

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
<i>Лабораторно-практическое занятие №1. Вводное занятие.....</i>	5
<i>Лабораторно-практическое занятие №2. Семинар по теме «Виды поглотительной способности почв и их роль во взаимодействии удобрений и мелиорантов с почвой».....</i>	8
<i>Лабораторное занятие №3. Определение возобновляющей способности почвы по показателю <math>C_{H_2O}</math>.....</i>	9
<i>Лабораторное занятие №4. Определение способности почв к восстановлению концентрации фосфатов в почвенном растворе при их последовательной десорбции.....</i>	10
<i>Лабораторно-практическое занятие №5. Определение возобновляющей способности по содержанию нитратного азота в почве, удобренной разными концентрациями удобрений.....</i>	14
<i>Лабораторно-практическое занятие №6. Изменение содержания гумуса в почвах при внесении в нее высоких доз органических удобрений.....</i>	16
<i>Лабораторно-практическое занятие №7. Влияние высоких доз органических удобрений на биологическую активность почвы.....</i>	17
<i>Лабораторно-практическое занятие №8. Методы расчета взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой.....</i>	19
<i>Лабораторно-практическое занятие №9. Итоговое тестирование.....</i>	25
Вопросы к зачету.....	43
Литература.....	45
Приложения.....	46
Приложение 1.....	46
Приложение 2.....	46
Приложение 3.....	47

## ВВЕДЕНИЕ

Применение удобрений и мелиорантов должно обеспечивать не только повышение плодородия почв и возрастание урожайности культур, но и экологическое качество сельскохозяйственной продукции. Ежегодный вынос питательных элементов с урожаем в 5 раз превышает возврат их с внесением минеральных и органических удобрений, что приводит к обеднению и деградации почв, ухудшению экологического состояния агрофитоценозов.

Однако и чрезмерное или несбалансированное внесение в почву удобрений не приводит к адекватному повышению урожая, а даже сопровождается снижением плодородия почв, качества сельскохозяйственной продукции, загрязнением водной и воздушной среды. Вносимые в почву удобрения и мелиоранты взаимодействуют с ней и растениями. Однако механизмы этого взаимодействия чрезвычайно сложны, а математические модели пока еще не совершенны и не позволяют провести достаточно корректный прогноз изменения свойств почв, их процессов и режимов, состояния растений при внесении различных видов, доз и форм удобрений и мелиорантов. В связи с этим необходима разработка принципов и параметров такой оценки взаимодействия, выявление основных закономерностей изменения свойств почв при применении средств химизации для воспроизводства плодородия почв различных агроландшафтов.

Для оценки уровня плодородия или степени деградации в данных методических указаниях рассматривается такой показатель, как возобновляющая способность почв, а также приводятся методы расчета взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой.

Определение способности почв к поддержанию концентрации ионов в почвенном растворе при их отчуждении с урожаем позволяет рассчитать предельное число лет, в течение которых содержание подвижных форм элементов питания на исследуемых почвах будет поддерживаться на приемлемом уровне при выращивании растений с внесением стартовых доз удобрений. При этом экономический эффект обусловлен уменьшением доз удобрений для получения планируемых урожаев [2].

Грамотная оценка взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой позволяет найти эффективные пути их использования и избежать негативного воздействия на почву и растения.

## *Лабораторно-практическое занятие №1*

### **Вводное занятие**

- ✓ Техника безопасности при работе в лаборатории.
- ✓ Первая помощь при несчастных случаях в химической лаборатории.
- ✓ Подготовка почвенных образцов к анализу.

#### *1. Техника безопасности при работе в лаборатории*

1. В лаборатории вся работа с ядовитыми и вредными веществами должна проводиться в вытяжном шкафу. Надо следить за исправностью вентиляции.

2. В лаборатории в надлежащих местах должны быть огнетушители, ящики с песком.

3. Студенты, работающие в лаборатории, должны быть обеспечены необходимой одеждой: халатами, резиновыми перчатками. В лаборатории должно быть мыло и полотенце.

4. Лаборатория должна быть оснащена аптечкой со средствами от ожогов и отравлений, перевязочными материалами.

5. Все электроприборы, питающиеся от сети, должны быть заземлены. Перед их включением необходимо убедиться в исправности их заземления, а также тщательно осмотреть шнур: проверить исправность изоляции, устранить резкие перегибы, захлесты, перекручивания; в местах перегибов и захлестов проверить, нет ли разрыва провода под изоляцией. Не следует включать электроприборы мокрыми руками.

6. При работе с огнеопасными веществами (эфир, лигроин и др.) никогда не следует ставить сосуды с этими веществами близко к пламени и нагревательным приборам. При возникновении пожара в первую очередь нужно вынести эти сосуды из лаборатории. Если легко воспламеняющаяся жидкость разлита, ее надо засыпать песком, который затем сгребают деревянной лопаткой. Нельзя собирать песок веником, щеткой: при трении они электризуются, что может привести к взрыву. Органические вещества, не растворяющиеся в воде, тушить водой нельзя – поверхность их при этом увеличивается, что только усиливает пожар. Кроме песка можно пользоваться кошмой или листами асбеста, которыми покрывают пламя.

7. При работе с ядовитыми веществами необходимо знать:

✓ нельзя ртом набирать в пипетку ядовитые и вредные жидкости, для этого пользуются пипетками с резиновой грушей;

✓ при работе с сухими реактивами нельзя брать комочки голыми руками, для этого используют щипцы, пинцеты, шпатели;

✓ при разбавлении концентрированной кислоты ни в коем случае нельзя прибавлять воду к ней. Вследствие выделения большого количества тепла первые порции воды мгновенно превращаются в пар, что вызывает сильное разбрызгивание кислоты. Сначала в колбу наливают дистиллированную воду в объеме несколько меньшем положенного, а затем порциями, при помешивании, добавляют кислоту;

✓ ни в коем случае нельзя приносить и тем более принимать пищу в лаборатории.

8. При попадании кислоты на кожу или слизистую оболочку необходимо немедленно обработать пораженное место раствором соды, затем промыть кожу с мылом и тщательно смыть водой. В случае попадания щелочи используют слабый раствор уксусной кислоты.

9. При разливе концентрированной кислоты или щелочи необходимо немедленно засыпать место разлива песком и нейтрализовать реактив. Только после нейтрализации и уборки песка можно промыть место разлива водой.

## 2. Первая помощь при несчастных случаях в химической лаборатории

Несчастный случай	Первая помощь
Порезы стеклом	Удалить осколки стекла, вытереть рану чистой сухой марлей или ватой, присыпать порошком белого стрептоцида и завязать
Ранения с сильным кровотечением	Остановить кровь перевязкой выше места ранения (толстостенной каучуковой трубкой), забинтовать и отправить пострадавшего в ближайший медицинский пункт
Ожог раскаленными предметами	Смазать обожженное место насыщенным раствором $\text{KMnO}_4$ или сульфидиновой эмульсией
Ожог водяным паром или кипящей водой	Помощь та же, что и при ожоге раскаленным предметом
Ожоги концентрированными кислотами	Тщательно смыть кислоту водой под краном, после чего смазать обожженное место слабым (5–10-процентным) раствором двууглекислой соды $\text{NaHCO}_3$ или присыпать порошком этой соды (можно применить $\text{CaCO}_3$ )

Ожог плавиковой (фтористоводородной кислотой)	Погрузить обожженное место на 10–15 мин в 3-процентный раствор $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ или же промыть обильным количеством воды и наложить компресс с пастой, приготовленной из суспензии $\text{MgO}$
Ожог глаз концентрированными кислотами	Тщательно промыть глаз 2-процентным раствором $\text{NaHCO}_3$ или буры $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
Ожог глаз щелочами: $\text{NaOH}$ , $\text{KOH}$ , $\text{NH}_4\text{OH}$	После тщательного промывания глаз водой промыть их слабой кислотой (2-процентный раствор борной или уксусной кислоты)
Ожог жидким бромом	Промыть пораженное место водой и слабым раствором аммиака. Поставить компресс из 1-процентного раствора карболовой кислоты
Отравление лабораторными газами (оксиды азота, брома, аммиака и др.)	Немедленно вывести отравленного на чистый воздух, если нужно, сделать искусственное дыхание и дать кислород. При отравлении бромом, хлором и йодом осторожно вдыхать пары аммиака из 10-процентного раствора $\text{NH}_4\text{OH}$ . Хорошо проветрить помещение.
Отравление кислотами ( $\text{HCl}$ , $\text{HNO}_3$ , $\text{CH}_3\text{COOH}$ )	Принимают внутрь суспензию магнезии, молоко, мучу с водой.
Отравление щелочами ( $\text{NaOH}$ , $\text{KOH}$ , $\text{NH}_4\text{OH}$ , $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{K}_2\text{CO}_3$ )	Принимают внутрь 5-процентную уксусную кислоту, лимонную кислоту или сок лимона.

### *3. Подготовка почвенных образцов к анализу*

Образец почвы весом 600–750 г высушивают до воздушно-сухого состояния, затем помещают его на лист чистой пергаментной бумаги и удаляют из него корни, включения и новообразования. Дернину тщательно отряхивают от комочков почвы. Крупные комки почвы разламывают руками или раздробляют в фарфоровой ступке пестиком до небольших комков – диаметром 5–7 мм. Цель такого измельчения – получить более однородный образец и иметь возможность тщательно перемешать его при взятии средней пробы, которую лучше брать квартованием. Для этого измельченный дроблением и просеянный через сито 1–2 мм образец после перемешивания располагают на бумаге в виде квадрата или прямоугольника и делят диагоналями (шпателем, линейкой) на четыре равные части. Две противоположные части (1 и 3) высыпают в

картонную коробку для хранения на случай повторных, дополнительных определений. В коробку следует положить этикетку почвенного образца и, кроме того, наклеить вторую этикетку на стенку коробки.

### *Лабораторно-практическое занятие №2*

#### **Семинар по теме: «Виды поглотительной способности почв и их роль во взаимодействии удобрений и мелиорантов с почвой»**

##### *Вопросы к семинару:*

1. Понятие о поглотительной способности почвы и ее виды.
2. Сущность химической поглотительной способности почвы.
- 3 Сущность механической поглотительной способности почвы.
4. Сущность физической поглотительной способности почвы.
5. Сущность физико-химической поглотительной способности почвы.
6. Сущность биологической поглотительной способности почвы.
7. Строение и свойства почвенных коллоидов. Их значение в процессах взаимодействия почвы с удобрениями и растениями.
8. Состав и строение ППК, роль в питании растений и превращении удобрений.
9. Емкость поглощения и состав поглощенных катионов в почвах.
10. Значение обменных катионов в питании растений.
11. Реакция почв, ее роль в питании растений и применении удобрений.
12. Виды кислотности (актуальная, обменная и гидролитическая).
13. Степень насыщенности почв основаниями.
14. Буферная способность почв.
15. Регулирование состава обменных катионов в почве.
16. Роль разных видов поглотительной способности во взаимодействии удобрений и мелиорантов с почвой.



## Лабораторное занятие № 3

### Определение возобновляющей способности почвы по показателю $C_{H_2O}$

*Цель работы:* научиться определять возобновляющую способность почвы методом последовательной исчерпывающей десорбции ионов  $C_{H_2O}$  из почвы водой.

*Приборы и материалы:* почва, весы, дистиллированная вода, колбы на 100, 250 и 500 мл, цилиндры, пипетки, бюретки, воронки, сушильный шкаф, 0,1 н  $KMnO_4$ , 0,2 н  $K_2Cr_2O_7$ , 0,1 н соль Мора, фенилантраниловая кислота, дистиллированная вода.

*Ход анализа.* Из средней пробы воздушно-сухой почвы на весах на кальке взвешиваем навеску почвы 10 г и помещаем ее в колбу емкостью 100 мл, приливаем к ней 20 мл дистиллированной воды, взбалтываем в течение трех минут и фильтруем через фильтр (белая лента), затем к этой же навеске, помещенной в колбу на 250 мл, приливаем последовательно 50, 250, 250 и 250 мл  $H_2O$ . Полученные суспензии фильтруем через фильтр в колбы соответствующего объема. Важно получить совершенно прозрачный фильтрат! Далее из каждой полученной вытяжки берем аликвоту 5 мл (10 мл) в колбочки на 100 мл и приливаем к ней из бюретки 5 мл (10 мл) 0,2 н  $K_2Cr_2O_7$ , закрываем воронками и ставим их в сушильный шкаф ( $t=150^{\circ}C$ ) на 20 мин. Параллельно берем 3 колбы с дистиллированной водой для холостого опыта и аналогично опытным образцам проводим все в той же последовательности. После охлаждения колб в раствор добавляем в качестве индикатора несколько капель 0,2-процентного раствора фенилантраниловой кислоты, затем титруем 0,1 н раствором соли Мора до перехода окраски из вишнево-красной через фиолетовую в темно-зеленую. Результат вычисляем по формуле

$$\% C_{H_2O} = (a \cdot N_1 - v \cdot N_2) \cdot 0,003 \cdot 100/p,$$

где  $a$  – количество соли Мора (мл), пошедшее на титрование холостого опыта;

$v$  – количество соли Мора, пошедшее на титрование хромовой смеси анализируемого образца;

$N_1$  – нормальность  $K_2Cr_2O_7$ ;

$N_2$  – нормальность соли Мора;

$p$  – навеска почвы (г);

0,003 – граммовое значение миллиграмм-эквивалента углерода.

Расчетные значения  $C_{H_2O}$  для всех вытяжек (1-я, 2-я, 3-я, 4-я, 5-я экстракция) заносим в таблицу.

Возобновляющую способность почвы определяем как отношение результата содержания в 5-й вытяжке к содержанию в первой.

Чем выше возобновляющая способность почв, тем больший период времени уровень содержания подвижных форм элементов питания держится на одном уровне (без внесения удобрений).

### **Способность почв к восстановлению концентрации $C_{H_2O}$ в почвенном растворе при их последовательной десорбции**

Вариант	$C_{H_2O}$ , мг/100 г, экстракции					Возобновляющая способность почвы, %
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	
1						
2						
3						
4						
5						

*Задание:* определить возобновляющую способность почв методом последовательной исчерпывающей десорбции ионов  $C_{H_2O}$  из почв водой и сделать вывод об использовании почвы.

### ***Лабораторное занятие № 4***

#### **Определение способности почв к восстановлению концентрации фосфатов в почвенном растворе при их последовательной десорбции**

*Цель работы:* научиться определять возобновляющую способность почвы методом последовательной исчерпывающей десорбции ионов  $H_2PO_4^-$  из почвы водой (см. работу №3), а затем экстрагентами, принятыми в агрохимической службе.

Агрохимической службой принято использовать: на нейтральных почвах (черноземного типа) – 0,5 н. уксуснокислую вытяжку по Чирикову, на почвах элювиального ряда (серые лесные, дерново-подзолистые) – 0,2 н. солянокислую вытяжку по Кирсанову, на карбонатных почвах (черноземах южных, обыкновенных, каштановых почвах) в 1-процентном растворе углекислого аммония по Мачигину.

В данной работе необходимо определить фосфат-ион в водной вытяжке и в вытяжках принятых в агрохимической службе по следующим методикам:

### *1. Определение подвижных фосфатов по методу Чирикова*

*Принцип и химизм метода* определения подвижных фосфатов по методу Чирикова основан на извлечении подвижных соединений фосфора из почвы раствором уксусной кислоты 0,5 н. концентрации, при отношении почвы к раствору 1:25 и последующем определении фосфора в виде синего фосфорно-молибденового комплекса на фотоэлектроколориметре.

Почвенные фосфаты, взаимодействуя с молибденовокислым аммонием в сильнокислой среде (в присутствии аскорбиновой кислоты или хлористого олова), образуют комплексную соль голубой окраски. Интенсивность окраски ее пропорциональна содержанию подвижных фосфатов.

*Материалы и оборудование:* весы технические, колбы на 250 и 50 мл, воронки, пипетки, бумажные фильтры, почвенные образцы, реактивы для выделения подвижных фосфатов: 0,5 н. уксуснокислая вытяжка, реактив «С» по Чирикову, фотоэлектроколориметр.

*Ход определения.* Навеску почвы 2 г переносят в коническую колбу на 250 мл, приливают 50 мл 0,5 н. уксусной кислоты, взбалтывают 2 ч на ротаторе. Суспензию фильтруют через складчатый фильтр, 2,5–5 мл фильтрата переносят в мерную колбу на 50 мл, доливают до метки реактивом «С» по Чирикову, тщательно перемешивают и выдерживают 10 мин для стабилизации окраски, затем определяют оптическую плотность окрашенного раствора на фотоэлектроколориметре.

*Построение графика и расчеты.* Для построения калибровочного графика в мерные колбы на 50 мл берут возрастающие количества (2,5; 5; 10; 15; 20; 25 мл) стандартного раствора  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , доливают до

метки реактивом «С» по Чирикову, встряхивают и через 10 мин определяют оптическую плотность на фотоэлектроколориметре. По полученным результатам строят график, по которому, согласно оптической плотности раствора, находят объем стандартного раствора и рассчитывают содержание подвижных фосфатов по формуле

$$P_2O_5 = a \cdot b \cdot V_1 \cdot 100 / V_2 \cdot C,$$

где  $a$  – отсчет по графику, мл;

$b$  – титр стандартного раствора;

$V_1$  – объем уксусной кислоты, взятый для приготовления вытяжки, мл;

100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;

$V_2$  – объем вытяжки, взятый для определения оптической плотности, мл;

$C$  – навеска почвы, г.

## 2. Определение подвижных фосфатов по методу Кирсанова

*Принцип и химизм метода* основан на извлечении соединений фосфора из почвы раствором соляной кислоты 0,2 н. концентрации, при отношении почвы к раствору 1:5 с последующим определением фосфора в виде синего фосфорно-молибденового комплекса на фотоэлектроколориметре.

*Материалы и оборудование:* весы технические, колбы на 250 и 50 мл, воронки, пипетки, бумажные фильтры, почвенные образцы, реактивы для выделения подвижных фосфатов: 0,2 н. солянокислая вытяжка, реактив «С» по Кирсанову, фотоэлектрoколориметр.

*Ход определения.* Навеску почвы 5 г переносят в коническую колбу емкостью 100 мл, заливают 25 мл 0,2 н. соляной кислотой, взбалтывают 1 мин и отстаивают 15 мин, после чего вытяжку фильтруют. 1–2 мл прозрачного фильтрата переносят в мерную колбу на 50 мл и доливают до метки реактивом «С» по Кирсанову. Содержимое колбы взбалтывают, через 10 мин определяют оптическую плотность окрашенного раствора на фотоэлектроколориметре.

*Построение графика и расчеты.* Для построения калибровочного графика в мерные колбы на 100 мл берут возрастающие количества (5, 10, 15, 20, 25, 30 мл) стандартного раствора  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Доливают до метки реактивом «С» по Кирсанову, встряхивают и через 10 мин определяют оптическую плотность на фотоэлектрокolorиметре. По полученным результатам строят график, по которому, согласно оптической плотности раствора, находят объем стандартного раствора и рассчитывают содержание подвижных фосфатов по формуле

$$\text{P}_2\text{O}_5 = a \cdot b \cdot V_1 \cdot 100 / V_2 \cdot C,$$

где  $a$  – отсчет по графику, мл;

$b$  – титр стандартного раствора;

$V_1$  – объем соляной кислоты, взятый для приготовления вытяжки, мл;

100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;

$V_2$  – объем вытяжки, взятый для определения оптической плотности, мл;

$C$  – навеска почвы, г.

*Задание:* определить возобновляющую способность почв методом последовательной исчерпывающей десорбции фосфат-ионов из почвы водой, а затем экстрагентами, принятыми в агрохимической службе. Занести полученные результаты в таблицу и сделать выводы, используя градации, представленные в приложении 1.

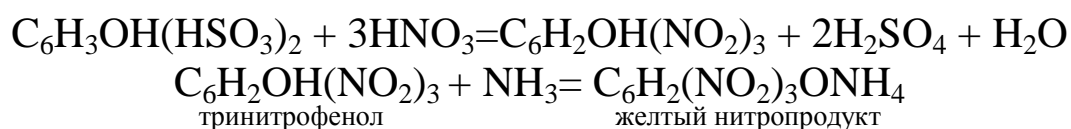
### **Способность почв к восстановлению концентрации $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ в почвенном растворе при их последовательной десорбции**

Вариант	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , мг/100 г, экстракции					Возобновляющая способность почвы, %
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	
1						
2 и т.д.						

## Лабораторно-практическое занятие №5

### Определение возобновляющей способности по содержанию нитратного азота в почве, удобренной разными концентрациями удобрений

*Принцип метода.* Метод основан на измерении интенсивности желтой окраски, которая образуется при взаимодействии нитратов с дисульфофеноловой кислотой последующей обработке смеси раствором щелочи или аммиака.



Нитраты обладают большой подвижностью, которая служит причиной их исчезновения из пахотного горизонта в условиях обильного увлажнения. Нитраты извлекают из почвы водой. В водной вытяжке  $\text{NO}_3^-$  ион определяют колориметрически с дисульфофеноловой кислотой по желтой окраске, образующейся в щелочной среде.

*Цель работы:* научиться определять возобновляющую способность почвы методом последовательной исчерпывающей десорбции нитрат-ионов из почвы водой.

*Приборы и материалы:* почва, весы, дистиллированная вода, колбы на 100, 250 и 500 мл, цилиндры, пипетки, бюретки, воронки, сушильный шкаф, дисульфофеноловая кислота, 7-процентный раствор NaOH, фильтровальная бумага, фотоколориметр, аналитические и технические весы.

*Ход определения.* Навеску 10 г почвы помещают в колбу на 250 мл и приливают 50, 100 и 250 мл воды взбалтывают 3 мин и фильтруют суспензию через бумажный складчатый фильтр. Пипеткой берут 2,5–3 мл фильтрата в пробирку и выпаривают досуха в сушильном шкафу при температуре 180–200 °С в течение 40–60 мин. Затем штативы с пробирками вынимают из шкафа и в них добавляют по 0,5 мл дисульфофеноловой кислоты. В горячих пробирках кислота разогревается и растворяет сухой остаток практически полностью. Далее пипеткой добавляют 25 мл 7-процентного раствора NaOH. Через 15–

20 мин, когда растворы остынут, приступают к колориметрированию, используя кюветы толщиной 1 см. Жидкость при этом окрашивается в желтый цвет. Оптическую плотность определяют на фотоэлектроколориметре с синим светофильтром (420 нм).

*Построение калибровочного графика.* Для приготовления образцового раствора нитрата используют ч.д.а.  $\text{KNO}_3$ . На аналитических весах отвешивают 0,722 г  $\text{KNO}_3$ , переносят в мерную колбу на 1 литр, растворяют в дистиллированной воде, доводят до метки (1 мл раствора содержит 0,01 мг  $\text{NO}_3^-$ ). Затем 20 мл раствора помещают в колбу на 1 литр, т.е. разбавляют в 50 раз. Рабочий раствор содержит 0,002 мг  $\text{NO}_3^-$  в 1 мл. Выпаривают в пробирках отмеренное количество образцового раствора (табл. 1).

Пробирки вынимают из сушильного шкафа, когда в них остается еще несколько капель жидкости. После охлаждения проводят такую же обработку, как описано выше. Окрашенные растворы в мерных колбах колориметрируют. По полученным данным строят график, который затем используется для определения содержания нитратного азота в почвенных образцах.

**Таблица 1 – Приготовление шкалы образцовых растворов  $\text{KNO}_3$**

Номер чашки	Объем образцового раствора нитрата, мл	Количество азота в образцовом растворе, мг
1	2	0,004
2	5	0,010
3	10	0,020
4	20	0,040
5	30	0,060

*Задание:* определить возобновляющую способность почв методом последовательной исчерпывающей десорбции нитрат-ионов из почв водой, а затем экстрагентами, принятыми в агрохимической службе.

Занести полученные результаты в таблицу 2 и сделать выводы по обеспеченности почв нитратным азотом, используя градации, представленные в приложении 2.

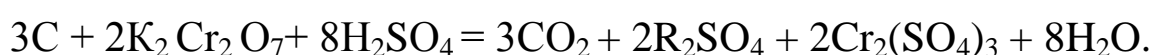
**Таблица 2 – Способность почв к восстановлению концентрации нитрат-иона в почвенном растворе при их последовательной десорбции**

Вариант	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/100 г, экстракции					Возобновляющая способность почвы, %
	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	
1						
2						
3						
4						
5						

### *Лабораторно-практическое занятие №6*

#### **Изменение содержания гумуса в почвах при внесении в нее высоких доз органических удобрений**

Содержание гумуса в почвах определяют по методу Тюрина. Последний основан на окислении органического вещества сернокислым раствором бихромата калия, избыток которого обратно оттитровывается солью Мора. Содержание углерода определяют косвенно по количеству хромовой смеси, затраченной на окисление органического вещества. Реакцию окисления углерода можно выразить уравнением



Обратное титрование солью Мора проходит по уравнению



*Ход определения.* Навеску почвы 0,08 г помещают в коническую колбу емкостью 100 мл. Из бюретки приливают 10 мл 0,4 н раствора K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, приготовленного на разведенной (1:1) серной кислоте. Колбы закрывают воронкой и ставят в сушильный шкаф (t=150<sup>0</sup>C) на 20 мин. После охлаждения в раствор добавляют в качестве индикатора несколько капель 0,2-процентного раствора фенилантраниловой кислоты, затем титруют 0,2 н раствором соли Мора до перехода окраски



из вишнево-красной через фиолетовую в темно-зеленую. Результат вычисляют по формуле

$$\% C = (a - b) \cdot n \cdot 0,003 \cdot 100 / p,$$

где  $a$  – количество соли Мора (мл), пошедшее на титрование холостого опыта;

$b$  – количество соли Мора, пошедшее на титрование хромовой смеси анализируемого образца;

$n$  – нормальность соли Мора;

$p$  – абсолютно сухая навеска (г);

0,003 – граммовое значение миллиграмм-эквивалента углерода.

Для вычисления количества гумуса найденную величину  $C$  (в процентах) умножают на 1,724.

*Задание:* в почвенных образцах определить содержание гумуса и сделать выводы о том, как изменяется содержание гумуса в почвах, удобренных высокими дозами органических удобрений.

### ***Лабораторно-практическое занятие №7***

#### **Влияние высоких доз органических удобрений на биологическую активность почвы**

*Цель работы:* оценить влияние высоких доз удобрений на биологическую активность почвы.

Почвенный воздух имеет большое значение для почвенных процессов и роста растений. Он важен для углеродного питания растений (более половины углекислого газа, идущего на формирование урожая сельскохозяйственных культур, потребляется растениями из почвы). Состав почвенного воздуха изменяется во времени и зависит от внесения минеральных и органических удобрений, вида растений, биологической деятельности почвы, гидротермических условий и т. д.

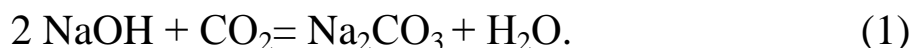
В результате биологических процессов в почве поглощается кислород и выделяется углекислый газ, который идет на образование безазотистых органических веществ – углеводов:



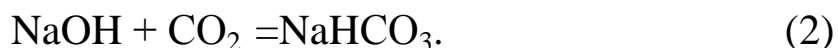
Решающая роль в продуцировании углекислого газа почвой принадлежит биологическим факторам, поэтому выделение  $\text{CO}_2$  из почвы может характеризовать интенсивность биологических процессов в ней.

*Определение интенсивности выделения углекислого газа из почвы при внесении высоких доз удобрений*

Для определения интенсивности продуцирования углекислого газа из почвы существуют несколько методов. В данной работе будем пользоваться абсорбционным методом в модификации И.Н. Шаркова, который заключается в следующем: поверхность почвы (субстрата) изолируется от окружающего воздуха сосудом, под который помещается стаканчик со щелочью (10 мл) 0,5 н NaOH для поглощения  $\text{CO}_2$ . После определенного промежутка времени сосуд-изолятор снимается и щелочь оттитровывают кислотой. Одновременно производится контрольное определение, для чего изолятор и щелочь ставятся не на почву, а в какой-либо плоскодонный сосуд и изолируется от внешнего воздуха (водой, слабым раствором серной кислоты и т.д.). С учетом контрольного титрования рассчитывают количество, выделившегося  $\text{CO}_2$ . Химизм абсорбционного метода:



Основным критерием при выборе вида щелочи – должна быть высокая скорость поглощения  $\text{CO}_2$  единицей поверхности раствора. На поглощение 1 моля  $\text{CO}_2$  расходуется 1 моль NaOH:



При титровании рабочего раствора в присутствии фенофталеина (точка перехода при pH 8,4) расход кислоты эквивалентен количеству свободной NaOH в растворе (в). При холостом титровании расход кислоты пропорционален первоначальному количеству NaOH в растворе (а). Следовательно, (а-в) характеризует количество NaOH, пошедшее на связывание  $\text{CO}_2$  согласно уравнению (2). Но это не всегда учитывается и расчет ведется в соответствии с уравнением (1).

Формула для расчета количества выделяющейся углекислоты:

$$K=(a-b) \cdot 4,4 \cdot 10/S \cdot 1 \text{ (час)},$$

где а и в – это количество мл 0,1 н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> пошедшее соответственно на контрольное и рабочее титрование;

4,4 – коэффициент, характеризующий количество мг СО<sub>2</sub> эквивалентное 1 мл 0,1 н H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;

S – площадь сосуда изолятора, см<sup>2</sup>;

10 – коэффициент перевода в мг/м<sup>2</sup>.

Полученный результат умножается на 24 с целью подсчета выделившегося СО<sub>2</sub> за сутки.

Суммарное продуцирование углерода в виде СО<sub>2</sub> за период наблюдений оценивают с помощью метода линейного интерполирования по формуле

$$A = \left( \frac{(B_1 + B_2)}{2} * t_1 + \frac{(B_2 + B_3)}{2} * t_2 + \dots + \frac{(B_{n-1} + B_n)}{2} * t_{n-1} \right) * 0,273,$$

где А – суммарное количество С-СО<sub>2</sub>, выделившееся за период наблюдений, в г/м<sup>2</sup>;

B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>...B<sub>n</sub> – соответственно величины первого, второго, третьего, n-го измерений скорости продуцирования СО<sub>2</sub> при компостировании (г/м за 24 ч);

t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>, t<sub>n-1</sub> – периоды времени между измерениями (сут);

0,273 – коэффициент пересчета СО<sub>2</sub> в С.

*Задание:* определить интенсивность продуцирования углекислого газа из почвы в вегетационном опыте с удобрениями. Используя шкалу для сравнительной оценки биологической активности почв (приложение 3), сделать выводы по этому показателю для исследуемых вариантов опыта.

### ***Лабораторно-практическое занятие №8***

#### **Методы расчета взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой**

Одним из путей прогноза взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой и изменения при этом взаимосвязей внутри почвы

является оценка корреляционных зависимостей между агрохимическими и физико-химическими показателями почв по данным агрохимических обследований.

*Принцип метода расчета* [2]. Методика расчета состоит в разбивке всей совокупности имеющихся данных по хозяйству на классы по одному из параметров, внутри классов на подклассы по другому параметру при дальнейшем вычислении для каждого подкласса среднеарифметических значений интересующих признаков, зависящих от первого и второго параметров. Выражение результатов возможно в виде сводных таблиц зависимости параметра от других при вычислении коэффициентов корреляции, линий и уравнений регрессии. По каждому из обследуемых агрохимической службой хозяйств имеется от 150 до 300 смешанных образцов, проанализированных по стандартным методикам. Вычисление изучаемых зависимостей позволяет оценить направленность изменения свойств почв данного поля хозяйства, района при принятой системе земледелия и наметить пути более эффективного использования удобрений и мелиорантов.

На основе проводимых расчетов решаются следующие задачи:

- ✓ оценивается зависимость подвижности элементов питания от рН среды, степени гумусированности. При этом определяются лимиты, до которых следует изменить рН почв и степень гумусированности, чтобы увеличить подвижность одних элементов питания и не снизить до критического уровня подвижность других;

- ✓ определяются поля в хозяйстве, где увеличение рН и степени гумусированности оказывает наибольшее влияние на подвижность элементов питания и более эффективно;

- ✓ оцениваются границы проявления скрытого отрицательного действия удобрений и мелиорантов по количеству и доле определяемых катионов и анионов в ППК при разной величине рН, гранулометрическом составе, степени гумусированности;

- ✓ оценивается изменение соотношения подвижных форм соединений элементов питания при различных значениях рН, степени гумусированности, насыщенности ППК этими ионами. При этом определяются критические пределы по данным параметрам для изучаемого иона;

- ✓ оценивается взаимосвязь гумусированности при различном гранулометрическом составе с формами кислотности, соотношением Са:Мг:К, определяются границы оптимальных уровней кислотности;

- ✓ оцениваются особенности взаимосвязей между агрохимическими и физико-химическими свойствами почв для полей различного

гранулометрического состава, разной степени гумусированности, для почв различного генезиса. Это позволяет указать для конкретных почв наиболее эффективные способы повышения их плодородия;

✓ анализ существующих в почве взаимосвязей агрохимических и физико-химических свойств почв позволяет оценить целесообразность существующей системы применения удобрений и правильность технологии внесения (учитывая варьирование свойств почв в пространстве). В то же время он дает возможность оценить ценность органического вещества, имеющегося в почве, вероятность определения при проведенном анализе не гумуса, а неразложившихся растительных остатков;

✓ по данным анализов двух туров агрохимического обследования оценивается изменение показателей рН, степени гумусированности, содержание подвижных форм фосфора, калия и соединений микроэлементов в расчете на 100 кг действующего вещества внесенных удобрений (при наличии данных по урожайности - внесенных сверх выноса с урожаем). Полученные данные позволяют рассчитать буферные свойства почв и дать прогноз необходимого внесения удобрений и известки для получения на перспективу почв с заданными свойствами.

*Задание:* по приведенным ниже агрохимическим и физико-химическим показателям почвы (см. таблицы ниже) выявить взаимосвязи (корреляционные и регрессионные зависимости) агрохимических и физико-химических показателей почвы и оценить целесообразность существующей системы применения удобрений.

### *Вариант 1*

#### **Агрохимические и физико-химические показатели чернозема выщелоченного**

Вариант опыта	рН	Гумус	Валовые, %			N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			Азот	Фосфор	Калий				
						мг/кг		мг/100 г	
1	6,92	6,64	0,33	0,13	0,82	25,20	19,41	17,80	22,04
2	6,72	8,01	0,32	0,21	0,96	20,67	23,55	18,17	22,66
3	6,74	8,26	0,38	0,14	0,80	23,25	24,16	17,22	23,47
4	6,74	6,30	0,25	0,21	0,96	20,26	20,80	15,89	21,46
5	6,61	7,00	0,31	0,25	0,97	20,26	22,71	20,24	19,89
6	6,65	7,32	0,28	0,23	0,98	20,92	22,81	18,58	22,34
7	6,84	6,47	0,28	0,19	0,96	20,70	25,82	17,67	22,14

## Вариант 2

### Агрохимические и физико-химические показатели чернозема выщелоченного

Вариант опыта	рН	Гумус	Валовые, %			N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			Азот	Фосфор	Калий	мг/кг		мг/100 г	
1	6,91	6,05	0,31	0,18	0,90	21,64	27,16	15,71	21,47
2	6,71	7,71	0,41	0,16	0,85	20,06	26,54	12,52	19,93
3	6,85	7,85	0,39	0,18	0,81	22,37	25,90	17,28	23,76
4	7,01	6,18	0,35	0,14	0,76	23,42	23,78	16,87	21,34
5	6,77	7,55	0,37	0,20	0,93	19,38	23,96	12,44	19,43
6	6,82	7,10	0,35	0,17	0,81	26,08	19,75	18,52	21,69
7	6,87	7,47	0,36	0,15	0,84	25,09	20,92	14,44	21,05

## Вариант 3

### Агрохимические и физико-химические показатели чернозема выщелоченного

Вариант опыта	рН	Гумус	Валовые, %			N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			Азот	Фосфор	Калий	мг/кг		мг/100 г	
1	6,91	6,05	0,31	0,18	0,90	21,64	27,16	15,71	21,47
2	6,71	7,71	0,41	0,16	0,85	20,06	26,54	12,52	19,93
3	6,85	7,85	0,39	0,18	0,81	22,37	25,90	17,28	23,76
4	7,01	6,18	0,35	0,14	0,76	23,42	23,78	16,87	21,34
5	6,77	7,55	0,37	0,20	0,93	19,38	23,96	12,44	19,43
6	6,82	7,10	0,35	0,17	0,81	26,08	19,75	18,52	21,69
7	6,87	7,47	0,36	0,15	0,84	25,09	20,92	14,44	21,05

#### Вариант 4

### Агрохимические и физико-химические показатели чернозема выщелоченного

Вариант опыта	рН	Гумус	Валовые, %			N-NH <sub>4</sub>	N-NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			Азот	Фосфор	Калий	мг/кг		мг/100 г	
1	6,71	7,09	0,39	0,15	1,02	7,49	23,59	7,79	21,25
2	6,74	6,37	0,35	0,11	1,07	8,44	25,47	10,41	22,11
3	6,77	6,50	0,37	0,10	1,05	13,35	30,11	11,80	22,11
4	6,69	7,00	0,41	0,12	1,04	11,87	29,26	7,90	22,04
5	6,77	6,14	0,35	0,09	1,07	8,03	26,45	12,63	22,73
6	6,57	6,05	0,39	0,07	1,16	3,37	27,71	12,26	25,44
7	6,59	6,49	0,38	0,13	1,08	6,35	28,79	12,69	21,36

#### Вариант 5

### Агрохимические и физико-химические показатели агросерой почвы

Вариант опыта	рН	Гумус	Валовые, %			N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			Азот	Фосфор	Калий	мг/кг	мг/100 г	
1	5,01	3,44	0,19	0,22	0,96	33,95	10,48	11,23
2	5,65	3,54	0,26	0,20	0,92	24,90	10,89	10,04
3	5,76	3,34	0,20	0,19	0,90	16,67	11,63	11,59
4	5,50	3,72	0,28	0,21	0,91	24,87	10,95	11,31
5	5,90	3,60	0,17	0,18	0,85	15,39	11,78	11,02
6	5,25	3,30	0,18	0,20	0,86	18,86	10,53	12,40
7	5,43	3,02	0,21	0,19	0,55	17,86	8,80	11,00

*Вариант 6*

**Агрохимические и физико-химические показатели  
агросерой почвы**

Вариант опыта	рН	Гумус	Валовые, %			N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			Азот	Фосфор	Калий	мг/кг	мг/100 г	
1	5,24	3,69	0,19	0,21	0,60	31,34	8,43	10,11
2	5,76	3,46	0,26	0,18	1,00	21,33	13,83	13,24
3	5,31	3,41	0,20	0,20	0,96	18,07	11,06	11,91
4	6,13	3,72	0,28	0,18	0,93	20,79	13,00	12,09
5	5,30	3,05	0,17	0,24	0,56	34,01	7,98	9,80
6	5,12	2,97	0,18	0,22	0,50	33,20	7,09	10,01
7	5,56	3,16	0,21	0,19	1,03	12,56	12,22	10,73

*Вариант 7*

**Агрохимические и физико-химические показатели  
агросерой почвы**

Вариант опыта	рН	Гумус	Валовые, %			N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			Азот	Фосфор	Калий	мг/кг	мг/100 г	
1	5,35	3,31	0,17	0,23	0,96	17,90	10,03	12,01
2	5,28	3,35	0,24	0,20	0,91	21,32	10,02	11,50
3	5,48	3,09	0,24	0,23	1,04	19,80	8,71	10,69
4	5,40	3,34	0,23	0,22	0,53	20,95	9,57	11,20
5	5,66	3,60	0,26	0,22	0,42	26,44	8,84	10,67
6	5,38	3,11	0,19	0,22	0,89	23,34	9,49	11,17
7	5,06	3,47	0,22	0,25	0,92	36,83	7,86	9,87



## Вариант 8

### Агрохимические и физико-химические показатели агросерой почвы

Вариант опыта	рН	Гумус	Валовые, %			N-NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			Азот	Фосфор	Калий			
			мг/кг	мг/100 г				
1	5,74	3,62	0,18	0,19	0,57	22,23	12,13	11,63
2	5,64	3,28	0,20	0,20	0,89	22,87	12,76	11,53
3	6,71	4,70	0,18	0,14	0,99	24,83	13,00	13,19
4	5,18	3,11	0,17	0,22	0,90	35,94	8,12	10,53
5	5,52	2,98	0,22	0,22	1,03	43,62	4,57	12,16
6	5,77	3,06	0,19	0,18	0,95	18,57	10,21	11,67
7	5,61	3,12	0,17	0,19	0,96	18,85	12,26	11,93

### Лабораторно-практическое занятие №9

#### Итоговое тестирование

1. Вид поглотительной способности связанный с образованием в почве труднорастворимых соединений, выпадающих из раствора в осадок:

- а) механическая;
- б) физико-химическая;
- в) химическая;
- г) биологическая.

2. Почвенные коллоиды – это частицы размером:

- а) 0,0001–0,02 нм;
- б) 0,1–0,02 нм;
- в) 0,2–1 нм.

3. Сумма всех обменно-поглощенных катионов называется...

4. Катионом, хранителем плодородия называют...

5. Физико-химическая поглотительная способность почвы – это:

а) способность поглощать ионы почвенного раствора путем эквивалентного обмена;

б) совокупность физического и химического взаимодействия твердой и жидкой фазы почвы.

6. Химическая поглотительная способность (хемосорбция) – это:

а) образование труднорастворимых соединений в результате химического взаимодействия;

б) образование органоминеральных коллоидов.

7. Биологическая поглотительная способность – это:

а) поглощение химических элементов растениями, почвенными животными и микроорганизмами;

б) поглощение химических элементов микроорганизмами.

8. Актуальная кислотность обусловлена:

а)  $\text{Ca}^{2+}$  в почвенном растворе;

б)  $\text{H}^+$  и  $\text{Al}^{3+}$  в почвенном поглощающем комплексе;

в)  $\text{H}^+$  в почвенном растворе;

г)  $\text{Na}^+$  в почвенном растворе.

9. Щелочную реакцию в почве обеспечивает катион...

10. Установите соответствие по величине рН в солевой вытяжке:

1) слабокислые почвы;

а) рН 5,6–6,0;

2) среднекислые почвы;

б) рН 5,1–5,6;

3) сильнокислые почвы;

в) рН 4,1–4,5;

4) близкие к нейтральным.

г) рН 4,6–5,0.

11. Обменная кислотность минеральных горизонтов подзолистых почв обусловлена:

а) наличием фульвокислот в почвенном растворе;

б) присутствием свободной угольной кислоты;

в) наличием в обменном состоянии  $\text{K}^+$ ;

г) наличием в обменном состоянии ионов  $\text{H}^+$  и  $\text{Al}^{3+}$ .

12. Щелочная реакция почвенного раствора в почвах солонцового типа обусловлена:

- а) наличием солей NaCl;
- б) присутствием в обменном состоянии иона  $Mg^{2+}$ ;
- в) наличием соды и обменного натрия;
- г) присутствием солей  $Na_2SO_4$ .

13. Способность почвы противостоять в определенных пределах изменению pH и других свойств под воздействием внешних факторов называется...

14. Удобрения, которые улучшают питание растений питательными элементами, называют удобрениями .... действия.

15. Удобрения, которые улучшают свойства почв, называют удобрениями ... действия

16. Этот вид мелиорации используется на почвах элювиального ряда:

- а) известкование;
- б) глинование;
- в) гипсование;
- г) пескование.

17. Данные культуры-освоители предпочтительнее использовать при мелиорации солонцовых почв в условиях орошения:

- а) солянки;
- б) кормовые;
- в) бахчевые;
- г) многолетние травы.

18. ... – гипсование солонцовой почвы за счет естественных ресурсов гипса, сосредоточенных в профиле почвы.

19. Развитие каких процессов возможно при поливе минерализованными водами:

- а) осолонцевания и засоления;
- б) улучшение структурообразования;
- в) осолодения;

г) активизация процессов гумусонакопления.

20. Укажите приемы мелиорации высокогипсового высококарбонатного среднестолбчатого многонатриевого солонца:

- а) промывка;
- б) гипсование;
- в) «самомелиорация»;
- г) кислование.

21. Установите соответствие степени нуждаемости почв в известковании с величиной рН

в солевой вытяжке:

- |                         |                |
|-------------------------|----------------|
| 1) сильная нуждаемость; | а) рН > 5,6;   |
| 2) средняя нуждаемость; | б) рН 5,1–5,5; |
| 3) слабая нуждаемость;  | в) рН 4,6–5,0; |
| 4) не нуждается.        | г) рН < 4,5.   |

22. Взаимодействуя с почвой, гипс одновременно действует на растения, так как является дополнительным источником...

23. Гипс, попадая в щелочную среду, устраняет из почвенного раствора...

24. При внесении в почву без заделки это удобрение быстро переходит в форму углекислого аммония:

- а)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ;
- б)  $\text{NaNO}_3$ ;
- в)  $\text{NH}_4\text{OH}$ ;
- г)  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .

25. Биологическим видом поглощения в почве связывается ..... форма азотных удобрений:

- а) аммонийная;
- б) нитратная;
- в) амидная;
- г) аммонийно-нитратная.

26. Потери азота при денитрификации составляют для аммонийных и амидных форм азотных удобрений:

- а) около 20%;

- б) более 40%;
- в) менее 10%.

27. Данное количество азота аммонийных и амидных азотных удобрений закрепляется в почве в органической форме в процессе иммобилизации:

- а) 10–15%;
- б) 15–20%;
- в) 20–30%;
- г) 30–40%.

28. Данное количество азота нитратных азотных удобрений закрепляется в почве в органической форме в процессе иммобилизации:

- а) 10–12%;
- б) 15–20%;
- в) 20–30%;
- г) 30–40%.

29. Натриевую селитру не рекомендуется вносить на почвах:

- а) черноземы;
- б) серые лесные;
- в) солонцы;
- г) дерново-подзолистые почвы.

30. Многолетнее применение сульфата аммония на дерново-подзолистых почвах вызывает:

- а) подкисление почвенного раствора;
- б) подщелачивание почвенного раствора;
- в) нейтрализацию почвенного раствора.

31. Назовите процесс образования аммонийного азота:

- а) денитрификация;
- б) аммонификация;
- в) нитрификация;
- г) иммобилизация.

32. К минеральной относится форма азота:

- а) валовая;
- б) аммонийная;
- в) легкогидролизуемая;
- г) трудногидролизуемая.

33. Процесс поглощения азота микроорганизмами и высшими растениями называется:

- а) минерализацией;
- б) иммобилизацией;
- в) мобилизацией.

34. Назовите наиболее подвижную форму азота:

- а) нитратная;
- б) аммонийная;
- в) амидная;
- г) гидролизуемая.

35. Укажите микроорганизмы, участвующие в симбиотической фиксации азота:

- а) клубеньковые бактерии;
- б) ассоциативные;
- в) свободноживущие;
- г) автохтонные.

36. Самое интенсивное вымывание нитратов из почвы наблюдается в зоне:

- а) степь;
- б) лесостепь;
- в) подтайга;
- г) сухостепь.

37. В это время в поле чистого пара больше накапливается азота:

- а) ранняя весна;
- б) лето;
- в) осень;
- г) поздняя весна.

38. Вещества, предназначенные для улучшения питания растений и повышения плодородия почв в целях повышения урожая растений, называют...

39. Удобрение, являющееся отходом промышленности:

- а) зола;
- б) хлористый калий;
- в) известь;
- г) мочеви́на.

40. Физиологическая кислотность удобрения – это свойство...

41. Физиологическая щелочность удобрения – это свойство...

42. Удобрения, из состава которых анион поглощается больше, чем катион, являются:

- а) физиологически кислыми;
- б) физиологически щелочными.

43. Удобрения, из состава которых катион поглощается больше, чем анион, являются:

- а) физиологически кислыми;
- б) физиологически щелочными.

44. Назовите нитратное азотное удобрение:

- а) мочеви́на;
- б) хлористый аммоний;
- в) калийная селитра;
- г) сульфат аммония.

45. Установите соответствие между химическим составом удобрений и формой азота в нем:

- |                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| 1) азот амидный;             | а) $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ;     |
| 2) азот аммонийный;          | б) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ;   |
| 3) азот нитратный;           | в) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ; |
| 4) азот аммонийно-нитратный; | г) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .   |

46. Форма азота в аммонийной селитре:

- а) нитратная;

- б) аммонийная;
- в) аммонийно-нитратная;
- г) амидная.

47. Форма азота в мочеvine:

- а) нитратная;
- б) аммонийная;
- в) аммонийно-нитратная;
- г) амидная.

48. Форма азота в сульфате аммония:

- а) нитратная;
- б) аммонийная;
- в) аммонийно-нитратная;
- г) амидная.

49. Форма азота в натриевой селитре:

- а) нитратная;
- б) аммонийная;
- в) аммонийно-нитратная;
- г) амидная.

50. Ингибитор нитрификации применяется с целью:

- а) временного торможения нитрификации аммонийных удобрений и мочевины;
- б) увеличивается поступление нитратного азота;
- в) усиливается процесс аммонификации;
- г) повышается фиксация молекулярного азота.

51. Форма азота в удобрениях, предпочтительная для кислых почв:

- а) аммонийная;
- б) нитратная;
- в) аммонийно-нитратная;
- г) амидная.

52. С образованием труднорастворимых фосфатов связан вид поглотительной способности:

- а) механическая;



- б) физико-химическая;
- в) химическая;
- г) биологическая

53. «...» – способность почвы удерживать ионы фосфора путем образования в результате химических реакций между отдельными солями труднорастворимых соединений.

54. Установите соответствие принятого метода определения подвижного фосфора в почве:

- |                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| 1) метод Мачигина;  | а) почва нейтральная; |
| 2) метод Чирикова;  | б) почва карбонатная; |
| 3) метод Кирсанова. | в) почва кислая.      |

55. При взаимодействии с почвой подвергаться ретроградации в большей степени может фосфорное удобрение:

- а) фосфоритная мука;
- б) двойной суперфосфат;
- в) фосфатшлак;
- г) преципитат.

56. Назовите основную статью потерь фосфора из почвы:

- а) вымывание;
- б) поглощение микроорганизмами;
- в) химическое поглощение;
- г) вынос с урожаем.

57. Назовите фосфорное удобрение, которое применяется в чистом виде только на кислых почвах:

- а) простой суперфосфат;
- б) двойной суперфосфат;
- г) фосфоритная мука;
- д) вивианит.

58. Назовите фосфорное удобрение, которое наиболее эффективно на солонцовых почвах:

- а) простой суперфосфат;
- б) двойной суперфосфат;
- в) фосфоритная мука;
- г) преципитат.

59. Назовите фосфорное удобрение, которое наиболее эффективно при внесении в рядки:

- а) простой суперфосфат;
- б) двойной суперфосфат;
- в) преципитат;
- г) фосфоритная мука.

60. Способностью использовать труднорастворимые фосфаты почвы обладают растения:

- а) пшеница, овес;
- б) гречиха, донник, горох;
- в) люцерна, клевер;
- г) кукуруза, корнеплоды.

61. Тип химического поглощения фосфорных удобрений в почвах обуславливается:

- а) типом почвы;
- б) гранулометрическим составом;
- в) кислотностью.

62. Наименьшее связывание фосфатов и наибольшая подвижность обнаруживаются в интервале рН:

- а) 4,5–4,9;
- б) 5,0–5,5;
- в) 5,6–6,0.

63. Подщелачивающее действие на черноземную почву оказывает калийное удобрение:

- а)  $KCl$ ;
- б)  $K_2SO_4$ ;
- в)  $KNO_3$ ;
- г)  $K_2CO_3$ .

64. Калийные удобрения не рекомендуется применять на почвах:

- а) дерново-подзолистые;
- б) серые лесные;
- в) черноземы;
- г) солонцы.

65. Наибольшая эффективность применения калийных удобрений достигается:

- а) при известковании кислых почв;
- б) оптимальном соотношении их с азотными и фосфорными удобрениями;
- в) гипсовании

66. Растворимость элементов питания в составе калийной соли:

- а) в воде;
- б) слабой кислоте;
- в) лимонной кислоте.

67. Растворимость элементов питания в составе калия хлористого:

- а) в воде;
- б) слабой кислоте;
- в) лимонной кислоте.

68. Растворимость элементов питания в составе калия сернокислого:

- а) в воде;
- б) слабой кислоте;
- в) лимонной кислоте.

69. Назовите комплексные удобрения из группы сложных:

- а) нитрофоска;
- б) аммофос;
- в) нитроаммофоска;
- г) калийная селитра.

70. Назовите наиболее концентрированное комплексное удобрение:

- а) нитроаммофос;
- б) нитроаммофоска;
- в) аммофос;
- г) кристаллин.

71. Комплексные удобрения подразделяют:

- а) на простые;

- б) сложные;
- в) сложно-смешанные;
- г) смешанные.

72. Сложное удобрение:

- а) суперфосфат двойной;
- б) аммонийная селитра;
- в) калийная селитра.

73. Комбинированное (сложно-смешанное) удобрение:

- а) суперфосфат двойной;
- б) аммонийная селитра;
- в) нитроаммофос.

74. Допустимо ли смешивание аммонийной селитры с мочевиной:

- а) можно смешивать;
- б) нельзя смешивать;
- в) можно смешивать только перед внесением.

75. Допустимо ли смешивание аммонийной селитры с двойным суперфосфатом:

- а) можно смешивать;
- б) нельзя смешивать;
- в) можно смешивать только перед внесением.

76. Допустимо ли смешивание сульфата аммония с двойным суперфосфатом:

- а) можно смешивать;
- б) нельзя смешивать;
- в) можно смешивать только перед внесением.

77. Микробиологическое образование летучих соединений селена усиливается при внесении микроэлементов в почву:

- а) Со;
- б) Zn;
- в) В;
- г) Ni.

78. Ингибирование процесса трансформации соединений селена происходит при поступлении в почву химических элементов:

- а) Mn;
- б) Mo;
- в) Hg;
- г) Pb.

79. Эффективность применения марганца повышается при внесении в почву удобрений:

- а) фосфорных;
- б) калийных;
- в) азотных.

80. Наибольшее снижение поглощения аммонийного азота отмечено при дефиците:

- а) Zn;
- б) V;
- в) Mo;
- г) B.

81. Максимальное уменьшение скорости поглощения нитратного азота происходит при недостатке:

- а) Zn;
- б) Cu;
- в) B;
- г) Mn.

82. Содержание подвижных форм микроэлементов в почве зависит от факторов:

- а) тип почвы;
- б) растительность;
- в) содержание микроэлемента в материнской породе;
- г) микробиологической активности почвы.

83. Экологически безопасное микроудобрение, полученное на лигниновой основе, носит название...

84. Бором бедны следующие почвы:

- а) черноземы;

- б) дерново-подзолистые;
- в) дерново-глеевые;
- г) серые лесные.

85. Уменьшает поступление меди в растения путем ее закрепления почвой следующий прием:

- а) гипсование;
- б) известкование;
- в) фосфоритование.

86. При несбалансированном применении средств химизации возможно:

- а) ухудшение плодородия почв;
- б) повышение урожайности растений;
- в) ухудшение качества продукции;
- г) ухудшение экологического состояния агрофитоценоза.

87. При оценке взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой важное значение имеет анализ баланса...

88. Оптимальное сочетание свойств, процессов и режимов почв, способствующее достижению максимальной биопродуктивности при экономической и экологической целесообразности, подразумевает...

89. Оценку способности почв к поддержанию концентрации ионов в почвенном растворе при их отчуждении с урожаем называют...

90. Возобновляющая способность почв выше в почвах:

- а) тяжелого гранулометрического состава;
- б) легкого гранулометрического состава.

91. К факторам плодородия почв относится:

- а) структурные взаимосвязи между свойствами;
- б) почвоутомление;
- в) баланс вещества и энергии;
- г) баланс гумуса.

92. Почвоутомление характеризуется параметрами:

- а) интенсивностью проявления;
- б) количеством накопившихся продуктов;
- в) длительностью действия;
- г) затратами на восстановление утраченных экологических функций;
- д) время на восстановление утраченных экологических функций;
- е) периодичностью.

93. Для характеристики состояния соединений ионов в почвах используют оценку по факторам:

- а) емкости катионного обмена;
- б) буферной емкости;
- в) фракционному составу ионов;
- г) скорости перехода ионов из твердой фазы почвы в раствор;
- д) прочности связи ионов с твердой фазой почвы.

94. Более податливы к развитию почвоутомления почвы:

- а) со средней буферной емкостью;
- б) с меньшей буферной емкостью ;
- в) большей буферной емкостью.

95. На дерново-подзолистых почвах при несбалансированном применении извести могут возникнуть неблагоприятные изменения свойств почв:

- а) снижение окупаемости затрат;
- б) подкисление;
- в) подщелачивание
- г) загрязнение почв токсикантами, содержащимися в мелиоранте.

96. Внесением чрезмерно больших доз извести могут быть вызваны в почве последствия:

- а) подкисление почвенного раствора;
- б) подщелачивание почвенного раствора;
- в) усиление потерь кальция и магния и других элементов вследствие вымывания;
- г) нарушение баланса питательных элементов.

97. На засоленных почвах при несбалансированном применении гипса могут возникнуть неблагоприятные последствия:

- а) снижение окупаемости затрат;
- б) подкисление;
- в) подщелачивание;
- г) загрязнение почв токсикантами, содержащимися в мелиоранте.

98. При кисловании солонцов должно соблюдаться условие:

- а) наличие в почвенном профиле  $\text{CaCO}_3$ ;
- б) наличие солей натрия;
- в) вымывание солей.

99. При применении высоких доз физиологически кислых минеральных удобрений на дерново-подзолистых почвах могут возникнуть неблагоприятные изменения свойств почв:

- а) дегумификация;
- б) подкисление;
- в) подщелачивание;
- г) загрязнение почв токсикантами, содержащимися в удобрениях.

100. При применении высоких доз физиологически щелочных минеральных удобрений на солонцовых почвах могут возникнуть неблагоприятные изменения свойств почв:

- а) дегумификация;
- б) подкисление;
- в) подщелачивание;
- г) загрязнение почв токсикантами, содержащимися в удобрениях.

101. Одностороннее использование высоких доз фосфорных удобрений снижает содержание следующих элементов в почве:

- а) магния;
- б) цинка;
- в) азота;
- г) кальция.

102. Внесение высоких доз фосфорных удобрений приводит к увеличению подвижности следующих микроэлементов:

- а) марганца;



- б) ванадия;
- в) мышьяка;
- г) меди.

103. В каштановых почвах при несбалансированном применении удобрений могут возникнуть неблагоприятные изменения свойств почв:

- а) зафосфачивание;
- б) подкисление;
- в) подщелачивание;
- г) загрязнение почв токсикантами, содержащимися в удобрениях.

104. При внесении в почву высоких доз азотно-фосфорных удобрений возрастает содержание водорастворимых форм элементов:

- а) железа;
- б) кальция;
- в) магния;
- г) марганца.

105. Внесение в почву сульфата аммония в высоких дозах приводит к уменьшению:

- а) гидролитической кислотности;
- б) величины  $pH_{KCl}$ ;
- в) суммы поглощенных оснований;
- г) отношения  $Ca:Fe$ .

106. При применении высоких доз органических удобрений в почвах могут возникнуть неблагоприятные изменения свойств почв:

- а) потеря элементов питания;
- б) подкисление;
- в) подщелачивание;
- г) загрязнение почв токсикантами, содержащимися в удобрениях.

107. Высокие дозы органических удобрений вызывают изменения:

- а) эмиссии  $CO_2$ ;
- б) увеличение миграции водорастворимых органических продуктов в грунтовые воды;
- в) содержания нитратов в почве, в продукции;

г) гранулометрического состава.

108. Прогноз изменения свойств почв при внесении удобрений и мелиорантов оценивают на основе корреляционных зависимостей между агрохимическими и физико-химическими показателями почв по данным...

109. По данным агрохимических обследований можно оценить зависимость подвижности ионов:

- а) от рН среды;
- б) степени гумусированности;
- в) гранулометрического состава.

110. По каким показателям оценивают степень влияния на почву несбалансированных доз удобрений:

- а) интенсивность проявления негативного фактора;
- б) количество накопившихся в почве токсичных компонентов;
- в) скорость выхода токсичных компонентов из твердой фазы в раствор;
- г) по продуктивности растений;
- д) закономерности интегрального влияния разных токсикантов на систему почва–растение.

111. Укажите негативные последствия химизации земледелия на окружающую среду:

- а) ухудшение круговорота и баланса элементов;
- б) ухудшения плодородия почв;
- в) снижение качества продукции;
- г) оптимизация питания растений.

## Вопросы к зачету

1. Основные принципы экологической оценки взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой.
2. Виды поглотительной способности почв и их роль во взаимодействии почвы с удобрениями.
3. Оптимальные свойства почв.
4. Структурные взаимосвязи между свойствами почв как фактор плодородия.
5. Взаимодействие азотных удобрений и мелиорантов с почвой.
6. Негативное действие на компоненты экосистемы несбалансированного применения удобрений и мелиорантов.
7. Буферные свойства почв.
8. Методы оценки подвижности ионов в почвах разной степени окультуренности и удобрённости.
9. Оценка способности почв к поддержанию концентрации ионов в почвенном растворе при их отчуждении с урожаем.
10. Изменение свойств почв при применении удобрений и мелиорантов.
11. Влияние на свойства почв сверхвысоких доз минеральных удобрений
12. Влияние на свойства почв высоких доз мелиорантов.
13. Влияние на свойства почв высоких доз органических удобрений.
14. Методы расчета взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой.
15. Скрытое отрицательное действие на почву несбалансированных систем удобрений.
16. Прогноз изменения свойств почв при внесении удобрений по данным агрохимических обследований.
17. Влияние на растения несбалансированного применения удобрений.
18. Изменение биологической активности почвы при внесении высоких доз удобрений и мелиорантов.
19. Изменение содержания гумуса в почве при внесении высоких доз органических удобрений.
20. Разработка и применение рациональной системы удобрения.
21. Взаимодействие фосфорных удобрений с разными типами почв.

22. Баланс вещества и энергии в системе почва–растение как фактор плодородия и показатель экологического состояния.
23. Наиболее распространенные азотные удобрения, их взаимодействие с разными типами почв.
24. Наиболее распространенные фосфорные удобрения, их взаимодействие с разными типами почв.
25. Наиболее распространенные калийные удобрения, их взаимодействие с разными типами почв.
26. Комплексные удобрения и их взаимодействие с разными типами почв.
27. Агрохимические аспекты решения экологических проблем.
28. Органические удобрения их взаимодействие с разными типами почв.
29. Методы экологической оценки взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой.
30. Волновое распространение удобрений в пространстве от зоны их внесения.
31. Принцип метода расчета взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой.
32. Взаимодействие микроудобрений с почвой.
33. Прогноз изменения свойств почв при внесении удобрений по данным агрохимических обследований и разработка рациональных систем удобрения.
34. Экологическая оценка агрохимических средств, пути возможного загрязнения окружающей среды удобрениями.
35. Экологические аспекты воспроизводства плодородия почвы и применения удобрений.
36. Методы снижения нитратов в растениеводческой продукции.
37. Взаимодействие мелиорантов с кислыми почвами.
38. Взаимодействие мелиорантов со щелочными почвами.
39. Основные параметры экологической оценки взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой.
40. Понятие «возобновляющая способность почв» и методы ее определения.
41. Понятие «почвоутомление» и его характеристика.

## Литература

1. Агрохимия / Б.А. Ягодин [и др.]; под ред. Б.А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 2002. – 534 с.
2. Духанин, Ю.А. Экологическая оценка взаимодействия удобрений и мелиорантов с почвой / Ю.А. Духанин, В.И. Савич, А.Г. Зама-раев [и др.]. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 324 с.
3. Иодко, С.Л. Новая модификация дисульфифенолового метода определения нитратов в почве / С.Л. Иодко, И.Н. Шарков // Агрохи-мия. – 1994. – №4. – С. 95–97.
4. Крупкин, П.И. Способы повышения плодородия почв: учеб. посо-бие / П.И. Крупкин. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2011. – 212 с.
5. Меркушева, М.Г. Агрохимическое минеральное сырье: P, K, S и микроэлементы / М.Г. Меркушева, Л.Л. Убугунов, Н.М. Кожевни-кова [и др.]. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. – 592 с.
6. Минеев, В.Г. Агрохимия: учебник / В.Г. Минеев. – 2-е изд., пе-рераб. и доп. – М.: КолосС, 2004. – 720 с.
7. Назарюк, В.М. Эколого-агрохимические и генетические про-блемы регулируемых агроэкосистем / В.М. Назарюк. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. – 240 с.
8. Назарюк, В.М. Почвенно-экологические основы оптимизации питания растений / В.М. Назарюк. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 364 с.
9. Практикум по агрохимии: учеб. пособие / ред. Б.А. Ягодин. – М.: Агропромиздат, 1987. – 511 с.
10. Ульянова, О.А. Агрохимия: лаб. практикум / О.А. Ульянова, Ю.В. Бабиченко. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2014. – 138 с.
11. Ульянова, О.А. Трансформация удобрительных композиций в почвах Красноярской лесостепи / О.А. Ульянова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2014. – 228 с.
12. Шарков, И.Н. Абсорбционный метода определения эмиссии  $\text{CO}_2$  из почв / И.Н. Шарков // Методы исследований органического вещества почв. – М.: Россельхозакадемия: ГНУ ВНИПТИОУ, 2005. – С. 401–407.
13. Шугалей, Л.С. Методы почвенных и агрохимических исследова-ний: учеб. пособие / Л.С. Шугалей, Т.Н. Демьяненко, Л.В. Мухортова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2006. – 174 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение 1

#### Содержание подвижного фосфора в почвах разных почвенно-климатических зон

Класс обеспеченности	Почвенно-климатические зоны	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/100 г почвы		
		по Кирсанову	по Чирикову	по Мачигину
1	Канская, Красноярская, Минусинская лесостепи с прилегающей южной тайгой и степью	<15	<10	<1
2		15–20	10–15	1–2
3		20–25	15–20	2–3
4		25–30	20–25	3–4,5
5		30–35	25–30	4,5–6
6		35–40	30–35	6–8
7*		40–45	35–40	8–10
8*		>45	>40	>10
1	Ачинско-Боготольская, Чулымо-Енисейская лесостепи и прилегающая южная тайга	<5	<2,5	<1
2		5–10	2,5–5	1–2
3		10–15	5–10	2–3
4		15–20	10–15	3–4,5
5		20–25	15–20	4,5–6
6		25–30	20–25	6–8
7*		30–35	25–30	8–10
8*		>35	>30	>10

*Примечание, здесь и далее: 7\*-й и 8\*-й классы только для овощных культур*

### Приложение 2

#### Шкала обеспеченности почв нитратным азотом и определение потребности растений в азотных удобрениях

Класс	Содержание N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	Обеспеченность азотом	Потребность в азотном удобрении		
			Зерновых	Пропашных	Овощей
1	<4,0	Очень низкая	Очень высокая	Очень Высокая	Очень Высокая
2	4,1–8,0	Низкая	Высокая		
3	8,1–12,0	Средняя	Средняя	Высокая	Высокая
4	12,1–16,0	Повышенная	Отсутствует	Средняя	

Окончание прил. 2

Класс	Содержание N-NO <sub>3</sub> , мг/кг	Обеспеченность азотом	Потребность в азотном удобрении		
			Зерновых	Пропашных	Овощей
5	16,1–20,0	Высокая		Отсутствует	Средняя
6	20,1–24,0	Очень высокая			Отсутствует
7*	24,1–28,0				
8*	>28				

Приложение 3

*Шкала для оценки биологической активности почвы*

Показатель	Биологическая активность				
	Очень слабая	Слабая	Средняя	Высокая	Очень высокая
CO <sub>2</sub> /10 г/сут	0–5	5–10	10–15	15–25	>25
C-CO <sub>2</sub> /10 г/сут	0–1,4	1,4–2,7	2,7–4,1	4,1–6,8	>6,8
г CO <sub>2</sub> м <sup>2</sup> /сут	–	<12	12–24	>24	–
г C-CO <sub>2</sub> м <sup>2</sup> /сут	–	<3,3	3,3–6,6	>6,6	–

# **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ УДОБРЕНИЙ И МЕЛИОРАНТОВ С ПОЧВОЙ**

*Методические указания  
для лабораторно-практических занятий*

*Ульянова Ольга .Алексеевна*

*Редактор Л.Ю. Беликова*

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 24.49.04.953.П. 000381.09.03 от 25.09.2003 г.  
Подписано в печать 1.09.2015. Формат 60×90/16. Бумага тип. № 1.  
Печать – ризограф. Усл. печ. л. 3,25 Тираж 108 экз. Заказ №  
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117