МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ВСЕСОЮЗНОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-НАУЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО АГРОХИМИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА "СОЮЗСЕЛЬХОЗХИМИЯ"

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ЦИНАО)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТЕПЛИЧНЫХ ГРУНТАХ

Москва – 1985

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР

ВСЕСОЮЗНОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО-НАУЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ ПО АГРОХИМИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА "СОЮЗСЕЛЬХОЗХИМИЯ"

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ АГРОХИМИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ЦИНАО)

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель Министра сельского хозяйства СССР, Председатель объединения "Союзсельхозхимия"

Н.Ф.Татарчук

"29" апреля 1985 г.

Срок действия
до 01.01.1990 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТЕПЛИЧНЫХ ГРУНТАХ

Москва – 1985

Методические указания разработаны канд. с.-х.наук С.Г.Самохваловым, канд. биол.наук Н.А.Чеботаревой, канд.биол.наук А.А.Титовой, канд.с.-х.наук Н.В.Василевской, О.В.Соболевой, А.А.Пановой, М.В.Тюховой, Т.О.Марченко (ЦИНАО), канд.с.-х. наук А.А.Кветкиной, К.А.Денгельбаевой (Алма-Атинская областная проектно-изыскательская станция химизации).

Методические указания предназначены для специалистов лабораторий агрохимической службы и лабораторий тепличных комбинатов.

Редакционная коллегия:

Л.М.Державин (главный редактор), С.Г.Самохвалов (зам.главного редактора), Н.М.Глунгов, Р.И.Ежов, Д.Н.Марнов, А.Ф.Хлютова, И.С.Шумилин.

© Центральный институт агрохимического обслуживания сельского хозяйства МСХ СССР (ЦИНАО), 1985 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Интенсивное овощеводство защищенного грунта характеризуется применением высоких доз минеральных и органических удобрений. Для правильного и эффективного использования удобрений необходим систематический контроль за уровнем обеспеченности грунтов элементами питания, в частности, микроэлементами. Такой контроль предполагает проведение большого числа анализов в сжатые сроки, что возможно лишь при использовании высокопроизводительных методов анализа грунта на содержание подвижных форм микроэлементов.

В настоящее время анализ тепличных почвогрунтов на содержание подвижных форм меди, цинка, марганца и бора рекомендовано проводить с использованием индивидуальных экстрагентов и фотометрических методов конечного определения [1]. Методики сложны, трудоемки и малопроизводительны. Раствор солянсй кислоти, применяемой в качестве группового экстрагента для извлечения подвижных форм микроэлементов [2], не может быть использован на карбонатных субстратах, так как кислота частично нейтрализуется при взаимодействии с карбонатами.

В настоящих методических указаниях предлагается для извлечения подвижных форм меди, цинка, марганца и железа использовать в качестве группового экстрагента нейтральный раствор трилона Б, забуференный ацетатом аммония, а для конечного определения – метод атомно-абсорбционной спектроскопии.

Количества микроэлементов, извлекаемыепредлагаемым экстрагентом, тесно коррелируют с концентрациями их в растениях, количествами микроэлементов, переходящими в индивидуальные экстрагенты, а также в солянокислую вытяжку [2] из некарбонатных грунтов.

Экстрагент пригоден для анализа как некарбонатных, так и карбонатных грунтов, извлекаемые им количества меди, цинка, марганца и железа достаточно велики и могут быть определены прямым атомно-абсорбционным методом, что обеспечивает высокую производительность анализа.

Использование группового экстрагента и экспрессного атомно-абсорбционного метода конечного определения в 6 раз повыша-

ют производительность аналитических работ по сравнению с ранее рекомендованными методами [I].

Предложенный для определения меди, цинка, марганца и железа метод не пригоден для определения бора. Атомно-абсорбционное определение его невозможно из-за низкой чувствительности метода, а фотометрическому определению мешает трилон Б, содержащийся в экстрагенте. Поэтому извлечение подвижного бора из тепличных грунтов рекомендуется проводить с использованием общепринятого экстрагента - горячей воды. Для определения водорастворимого бора предлагается массовый вариант фотометрического метода с азометином Аш, позволяющий повысить производительность в 2 раза по сравнению с хинализариновым методом.

В предлагаемых методических указаниях, по аналогии с методами определения макроэлементов, приведено два способа приготовления вытяжки из грунтов: объемно-весовой (обычно называемый весовым) и объемный. При объемно-весовом способе аналитическую пробу грунта отбирают по массе из воздушно-сухого образца, при объемном способе - по объему из сырого образца [3]. Экстрагирующий раствор в обоих случаях добавляют по объему. Оба способа близки по точности. Тем не менее, каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. При использовании объемно-весового способа приготовления вытяжки возможно проведение контроля качества аналитических работ. Однако этот способ менее производителен, так как требуется много времени на предварительную подготовку образца (сушку, размол), а также на пересчет результатов анализа на единицу объема грунта с учетом его плотности. Объемный способ приготовления вытяжки проще и производительнее за счет исключения операций сушки, размола образцов и пересчета результатов анализов. Однако при использовании объемного способа невозможен контроль правильности результатов анализов из-за того, что сырые образцы тепличного грунта не подлежат длительному хранению.

Приведенные способы приготовления вытяжек из грунтов дают несопоставимые результаты. Поэтому оценку обеспеченности грунтов подвижными формами микроэлементов следует проводить с использованием градаций, разработанных применительно к конкретному способу приготовления вытяжки.

I. ПОДГОТОВКА ПОЧВОГРУНТА К АНАЛИЗУ

I.I. Подготовка почвогрунта для приготовления вытяжки объемно-весовым способом

Поступающий на анализ образец почвогрунта доводят до воздушно-сухого состояния. Для этого сырой образец высыпают в кювету, разравнивают слоем толщиной I-I,5 см, помещают в сушильную камеру, в которой поддерживается температура 40°С и выдерживают там до тех пор, пока почвогрунт станет на ощупь сухим.

Высушенный образец размалывают на размольной установке типа "ШI-I", "Бр.Эмлих" (ГДР), "ИПП-I,2" или другой аналогичной. Измельченный и просеянный через сито с диаметром отверстий 2 мм грунт помещают в коробку или пакет.

При хранении возможно расслоение образца, поэтому перед отбором пробы для анализа его тщательно перемешивают. Образец, хранящийся в коробке, перемешивают ложкой или шпателем на всю глубину коробки и затем отбирают пробу для анализа не менее, чем из пяти разных мест, равномерно распределенных по площади коробки. Если почвогрунт хранят в пакете, его высыпают на ровную поверхность, хорошо перемешивают и распределяют слоем толщиной не более I см. Пробу для анализа отбирают ложкой или шпателем не менее, чем из пяти разных мест, равномерно распределенных по всей поверхности. Масса пробы почвогрунта для анализа I0 г.

I.2. Подготовка почвогрунта для приготовления вытяжки объемным способом

Образец почвогрунта в состоянии естественного увлажнения помещают на полиэтиленовую пленку или в кювету. Камни, стекло, щепу удаляют, солому измельчают ножницами, крупные комки разминают. Если образец сухой, его увлажняют дистиллированной водой до тех пор, пока он станет влажным на ощупь.

Почвогрунт тщательно перемешивают, распределяют слоем толщиной I-I,5 см и отбирают ложкой или шпателем пробу для анализа не менее, чем из пяти разных мест, равномерно распределенных по всей поверхности. Объем пробы для анализа 50 мл.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МЕДИ, ЦИНКА, МАРГАНЦА И ЖЕЛЕЗА В ПОЧВОГРУНТЕ

Метод основан на извлечении подвижных форм меди, цинка, марганца и железа из тепличного почвогрунта раствором I М по ацетату аммония и 0,02 М по трилону Б с pH 7,0. Отношение почвогрунта к раствору I:I0 при приготовлении вытяжки объемно-весовым способом и I:2 при приготовлении вытяжки объемным способом. Время взаимодействия - I ч при взбалтывании на ротаторе. Медь, цинк, марганец и железо в вытяжке определяют атомно-абсорбционным методом, основанным на измерении поглощения резонансного излучения свободными атомами определяемого элемента, образующимися в пламени при введении в него анализируемого раствора. В качестве атомизатора используют воздушно-ацетиленовое или воздушно-пропан-бутановое пламя, в качестве источника резонансного излучения - лампы с полым катодом, содержащим определяемый элемент. Медь определяют по аналитической линии 324,7 нм, цинк - 2I3,9 нм, марганец - 279,5 нм, железо - 248,3 нм. При определении марганца с использованием воздушно-пропан-бутанового пламени для устранения помех, обусловленных образованием труднодиссоциирующих на атомы соединений марганца, в анализируемые растворы вводят стронций.

2.I. Аппаратура, материалы, реактивы

Весы лабораторные 2-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г и 4-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 500 г по ГОСТ 24I04-80.

Ротатор типа Р-120 или встряхиватель для почвенных суспензий типа БЭ-I, или другой аналогичный.

Кассеты I0-позиционные с технологическими емкостями вместимостью 200 мл, выполненными из материала, устойчивого к действию используемых реактивов и не загрязняющего растворы определяемыми элементами.

Установки фильтровальные I0-позиционные.

Устройство для отбора пробы грунта по объему. Применяют специальное устройство, используемое для отбора проб по объему при приготовлении водной вытяжки из тепличных грунтов для оп-

ределения макроэлементов [3]. Оно состоит из основного и вспомогательного цилиндров, изготовленных из пластмассы, и груза массой 2 кг для уплотнения грунта. Диаметр цилиндров – 46 мм. Высота основного цилиндра – 45 мм, вспомогательного – 30 мм, вместимость соответственно – 75 и 50 мл. При использовании данного устройства для определения микроэлементов основной и вспомогательный цилиндры меняют местами. Дозирующим является вспомогательный цилиндр вместимостью 50 мл.

pH-метр с погрешностью измерения не более ± 0,1 pH.

Атомно-абсорбционный спектрофотометр С-112, AAS-1 или другой аналогичный.

Лампы с полым катодом для определения меди, цинка, марганца, железа ЛСП-1 или другие аналогичные.

Ацетилен растворенный технический по ГОСТ 5457-75 или пропан-бутан (бытовой в баллоне).

Воздух для приборов по ГОСТ 11882-75.

Фильтры обеззоленные, белая лента по ТУ 6-09-1678-77 диаметром 15 см или бумага фильтровальная лабораторная средней фильтрации по ГОСТ 12026-76. Фильтры, загрязненные микроэлементами, промывают горячей соляной кислотой, разбавленной водой 1:100, дважды заполняя ею фильтры, вложенные в воронки. Затем фильтры отмывают от кислоты дистиллированной водой до нейтральной реакции по универсальной индикаторной бумаге и высушивают на воздухе или в сушильном шкафу при температуре не выше 95°С.

Цилиндр мерный по ГОСТ 1770-74 вместимостью 100 мл или дозатор ДАЖ-115-2, или другой аналогичный с погрешностью дозирования не более 1%, выполненный из материалов, устойчивых к действию используемого реактива и не загрязняющих растворы определяемыми элементами.

Колбы мерные с пришлифованными пробками по ГОСТ 1770-74 вместимостью 100 и 1000 мл.

Бюретка с краном 2-го класса точности по ГОСТ 20292-74 вместимостью 10 мл для дозирования раствора А.

Пипетки 2-го класса точности по ГОСТ 20292-74 вместимостью 1, 5, 10, 20 и 50 мл.

Пробирки градуированные со шлифом по ГОСТ 25336-82 вместимостью 10 мл или более или другие технологические емкости, ви-

полненные из материала, устойчивого к действию используемых реактивов и не загрязняющего растворы определяемыми элементами.

Штатив для пробирок.

Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.

Аммоний уксуснокислый по ГОСТ 3117-78, х.ч.

Аммиак водный по ГОСТ 3760-79, х.ч.

Соль динатриевая этилендиамин-N,N,N',N' - тетрауксусной кислоты, 2-водная (трилон Б) по ГОСТ 10652-73, х.ч.

Медь сернокислая 5-водная по ГОСТ 4165-78, х.ч.

Цинк гранулированный по ГОСТ 989-75, х.ч.

Марганец сернокислый 5-водный по ГОСТ 435-77, ч.д.а.

Железо-аммонийные квасцы 12-водные по ГОСТ 4205-77, х.ч.

Аммоний азотнокислый по ГОСТ 22867-77, х.ч. или ч.д.а.

Серебро азотнокислое по ГОСТ 1277-75, х.ч. или ч.д.а.

Стронций хлористый 6-водный по ГОСТ 4140-74, ч.д.а.

Кислота серная по ГОСТ 4204-77, х.ч.

Кислота соляная по ГОСТ 3118-77, х.ч., концентрированная и разбавленная дистиллированной водой 1:1.

Кислота азотная по ГОСТ 4461-77, х.ч. или ч.д.а., концентрированная.

Индикатор универсальный.

2.2. Подготовка к анализу

2.2.1. Приготовление экстрагирующего раствора 1 М по ацетату аммония и 0,02 М по трилону Б с pH 7,0

77,0 г аммония уксуснокислого растворяют примерно в 900 мл дистиллированной воды, добавляют 7,4 г трилона Б и растворяют его при энергичном перемешивании раствора. Приливая по каплям концентрированный раствор аммиака, доводят pH раствора до 7,0, доливают дистиллированной водой до 1 л, тщательно перемешивают и проверяют pH раствора на pH-метре.

2.2.2. Приготовление раствора, содержащего 1 мг меди в 1 мл

3,929 г сернокислой меди ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) растворяют в дистиллированной воде, содержащей 1 мл концентрированной серной кислоты, и доводят объем раствора дистиллированной водой до 1 л в мерной колбе. Раствор хранят до 1 года, если не наблю-

дается помутнения, образования хлопьев, осадков. В противном случае раствор заменяют свежеприготовленным.

2.2.3. Приготовление раствора, содержащего I мг цинка в I мл

I,000 г гранулированного цинка растворяют в 7 мл соляной кислоты, разбавленной дистиллированной водой I:I, и доводят объем раствора дистиллированной водой до I л в мерной колбе. Раствор хранят до I года, если не наблюдается помутнения, образования хлопьев, осадков. В противном случае раствор заменяют свежеприготовленным.

2.2.4. Приготовление раствора, содержащего I мг марганца в I мл

4,388 г марганца сернокислого 5-водного ($MnSO_4 \cdot 5H_2O$) растворяют в дистиллированной воде и доводят объем раствора дистиллированной водой до I л в мерной колбе. Раствор хранят до I года, если не наблюдается помутнения, образования хлопьев, осадков. В противном случае раствор заменяют свежеприготовленным.

2.2.5. Приготовление раствора, содержащего 4 мг железа в I мл

34,540 г железо-аммонийных квасцов I2-водных ($FeNH_4(SO_4)_2 \cdot I2H_2O$) растворяют при нагревании примерно в 500 мл дистиллированной воды, содержащей I00 мл солянной кислоты, разбавленной I:1, и доводят объем раствора дистиллированной водой до I л в мерной колбе. Так как железо-аммонийные квасцы выветриваются при хранении и состав соли может отличаться от теоретического, содержание железа в приготовленном растворе необходимо проверить весовым методом. Для этого в химический стакан вместимостью I00 мл помещают с помощью пипетки 50 мл раствора, прибавляют несколько капель концентрированной азотной кислоты, нагревают почти до кипения и осаждают железо в виде гидроокиси, прибавляя аммиак до слабого запаха. Дают осадку осесть и фильтруют горячий раствор через беззольный фильтр с красной или белой лентой, сливая сначала прозрачный раствор. Осадок на дне стакана промывают 2-3 раза декантацией горячим 2%-ным раствором азотнокислого аммония, подщелоченным несколькими каплями аммиака, количе-

ственно переносят осадок на фильтр и промывают его тем же раствором до отсутствия ионов хлорида в фильтрате (проба с 1%-ным раствором азотнокислого серебра, подкисленным азотной кислотой). Затем осадок на фильтре промывают 2-3 раза горячей дистиллированной водой, фильтр с осадком помещают в доведенный до постоянной массы фарфоровый тигель и ставят в холодный муфель. Постепенно повышая температуру, озоляют фильтр и прокаливают остаток при температуре 800-900°С до постоянной массы.

Концентрацию железа в анализируемом растворе (С) в мг в 1 мл вычисляют по формуле:

$$C = \frac{A \cdot 0,6994}{50},$$

где А - масса осадка Fe_2O_3, мг;

0,6994 - коэффициент пересчета массы Fe_2O_3 на массу Fe;

50 - объем раствора взятый для анализа, мл.

Раствор хранят до одного года, если не наблюдается помутнения, образования хлопьев, осадков. В противном случае раствор заменяют свежеприготовленным.

2.2.6. Приготовление 2%-ного раствора азотнокислого аммония

2 г азотнокислого аммония растворяют в 100 мл дистиллированной воды.

2.2.7. Приготовление 1%-ного раствора азотнокислого серебра

1 г азотнокислого серебра растворяют в 100 мл дистиллированной воды.

2.2.8. Приготовление раствора, содержащего 50 мкг меди, 200 мкг цинка, 200 мкг марганца и 2 мг железа в 1 мл (раствор А)

В мерную колбу вместимостью 100 мл помещают 5 мл раствора, содержащего 1 мг меди в 1 мл; 20 мл раствора, содержащего 1 мг цинка в 1 мл ; 20 мл раствора, содержащего 1 мг марганца в 1 мл; 50 мл раствора, содержащего 4 мг железа в 1 мл или такой объем, в котором содержится 200 мг железа, доводят объем раст-

вора до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают.

Раствор хранят до 3 мес. если не наблюдается помутнения, образования хлопьев, осадков. В противном случае раствор заменяют свежеприготовленным.

2.2.9. Приготовление растворов сравнения

В шесть мерных колб вместимостью 100 мл помещают с помощью бюретки указанные в таблице I объемы раствора А, приготовленного по п. 2.2.8., доводят объемы до меток экстрагирующим раствором и тщательно перемешивают. Растворы сравнения готовят в день проведения анализа и используют для градуировки атомно-абсорбционного спектрофотометра.

2.2.10. Приготовление раствора, содержащего 22 мг стронция в I мл

66,9 г 6-водного хлористого стронция растворяют примерно в 600 мл дистиллированной воды, приливают 160 мл концентрированной соляной кислоты и доводят объем раствора дистиллированной водой до I л. Раствор хранят до I года.

2.3. Проведение анализа

2.3.I. Приготовление вытяжки

2.3.I.I. Приготовление вытяжки объемно-весовым способом

Пробы почвогрунта массой I0 г взвешивают с погрешностью не более 0,I г и помещают в технологические емкости вместимостью 200 мл, установленные в I0-позиционные кассеты. К пробам приливают по I00 мл экстрагирующего раствора и взбалтывают суспензии на ротаторе или встряхивателе в течение I ч. Для предупреждения контакта с резиной под крышку кассет подкладывают полоску полиэтиленовой пленки. Вытяжки фильтруют на десятипозиционных фильтровальных установках, стараясь перенести на фильтры возможно большее количество почвогрунта. Первые порции фильтратов отбрасывают, последующие порции собирают в чистые технологические емкости, установленные в десятипозиционные кассеты. Если фильтраты мутные, их возвращают на фильтры.

Одновременно ставят контрольный опыт, проводя его через все стадии анализа, исключая взятие пробы почвогрунта.

Таблица I

Приготовление растворов сравнения

Номер раствора сравнения	Объем раствора А	Концентрация элемента в растворе сравнения				Концентрация элемента в растворе сравнения в пересчете на содержание элемента в грунте							
						при объемно-весовом способе приготовления вытяжки				при объемном способе приготовления вытяжки			
		Си	Zn	Mn	Fe	Си	Zn	Mn	Fe	Си	Zn	Mn	Fe
	мл	мкг/мл				мг/кг грунта				мг/л грунта			
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,5	0,25	I	I	I0	2,5	I0	I0	I00	0,5	2	2	20
3	I	0,5	2	2	20	5	20	20	200	I,0	4	4	40
4	2	I,0	4	4	40	I0	40	40	400	2,0	8	8	80
5	5	2,5	I0	I0	I00	25	I00	I00	I000	5,0	20	20	200
6	I0	5,0	20	20	200	50	200	200	2000	I0,0	40	40	400

2.3.I.2. Приготовление вытяжки объемным способом

Пробу для анализа объемом 50 мл берут с помощью специального устройства. Для этого цилиндр вместимостью 50 мл ставят в кювету, на него устанавливают цилиндр вместимостью 75 мл. Оба цилиндра заполняют доверху грунтом и вставляют в верхний цилиндр груз, не прилагая дополнительных усилий. Затем верхний цилиндр сдвигают в сторону для удаления содержащегося в нем излишка грунта. Из нижнего цилиндра пробу грунта переносят в технологическую емкость вместимостью 200 мл, установленную в десятипозиционную кассету и приливают I00 мл экстрагирующего раствора. Дальнейший ход анализа по п.2.3.I.I.

2.3.2. Определение меди в вытяжке из почвогрунта

Определение меди проводят в вытяжке, приготовленной по п.2.3.I., непосредственно вводя ее в пламя ацетилен-воздух или пропан-бутан-воздух, по аналитической линии 324,7 нм. Пламя окислительное (прозрачное, голубое). Ширину щели монохроматора, расход газов, ток, питающий лампу с полым катодом, устанавливают в соответствии с инструкциями, прилагаемыми к прибору и лампе. Наконечник горелки устанавливают параллельно просвечивающему лучу. При установке горелки относительно просвечивающего луча, регулировке распылителя добиваются максимальных значений поглощения для растворов сравнения.

При стабилизировавшемся режиме работы прибора в пламя вводят первый раствор сравнения, не содержащий меди, и устанавливают начало отсчета (нулевое значение оптической плотности или концентрации). Затем вводят в пламя остальные растворы сравнения, в порядке возрастания в них концентрации меди, и вытяжки из почвогрунтов, записывая соответствующие им показания измерительного прибора.

Через каждые десять измерений в пламя вводят первый и шестой растворы сравнения для проверки градуировочной характеристики прибора. Если при проверке получаются показания, отличающиеся от полученных ранее для данных растворов более чем на 3% (относительных), корректируют настройку прибора и последние десять вытяжек анализируют снова.

Если показание прибора для анализируемой вытяжки превышает показание для шестого раствора сравнения, вытяжку разбавляют экстрагирующим раствором и повторяют измерение.

2.3.3. Определение цинка в вытяжке из почвогрунта

Определение цинка проводят в вытяжке, приготовленной по п.2.3.1., непосредственно вводя ее в пламя ацетилен-воздух или пропан-бутан-воздух, по аналитической линии 213,9 нм. Пламя окислительное (прозрачное, голубое). Ширину щели монохроматора, расход газов, ток, питающий лампу с полым катодом, устанавливают в соответствии с инструкциями, прилагаемыми к прибору и лампе. Для получения оптимальных для измерения значений оптической плотности наконечник горелки устанавливают под углом 60° относительно просвечивающего луча.

При стабилизировавшемся режиме работы прибора в пламя вводят первый раствор сравнения, не сожержащий цинка, и устанавливают начало отсчета (нулевое значение оптической плотности или концентрации). Затем вводят в пламя остальные растворы сравнения, в порядке возрастания в них концентрации цинка, и вытяжки из почвогрунтов, записывая соответствующие им показания измерительного прибора.

Через каждые десять измерений в пламя вводят первый и пятый растворы сравнения для проверки градуировочной характеристики прибора.

Если при проверке получаются показания, отличающиеся от полученных ранее для данных растворов более, чем на 3% (относительных), корректируют настройку прибора и последние десять вытяжек анализируют снова.

Если показание прибора для анализируемой вытяжки превышает показание для шестого раствора сравнения, вытяжку разбавляют экстрагирующим раствором и повторяют измерение.

2.3.4. Определение марганца в вытяжке из почвогрунта

Определение марганца проводят по аналитической линии 279,5 нм в пламени ацетилен-воздух или пропан-бутан-воздух. Пламя окислительное (прозрачное, голубое). При использовании воздушно-ацетиленового пламени марганец определяют непосредственно в вытяжке, приготовленной по п.2.3.1. При использовании

воздушно-пропан-бутанового пламени для подавления химических помех в вытяжку предварительно добавляют стронций до концентрации 2 мг в I мл. В обоих случаях наконечник горелки устанавливают параллельно просвечивающему лучу.

Ширину щели монохроматора, расход газов, ток, питающий лампу с полым катодом устанавливают в соответствии с инструкциями, прилагаемыми к прибору и лампе.

При использовании воздушно-ацетиленового пламени после стабилизации работы прибора в пламя вводят первый раствор сравнения, не содержащий марганца, и устанавливают начало отсчета (нулевое значение оптической плотности или концентрации). Затем вводят в пламя остальные растворы сравнения, в порядке возрастания в них концентрации марганца, и вытяжки из почвогрунтов, записывая соответствующие им показания измерительного прибора.

Через каждые десять измерений в пламя вводят первый и третий растворы сравнения для проверки градуировочной характеристики прибора.

Если при проверке получаются показания отличающиеся от показаний, полученных ранее для данных растворов более, чем на 3% (относительных), корректируют настройку прибора и последние десять вытяжек анализируют снова.

Если показание прибора для анализируемой вытяжки превышает показание для шестого раствора сравнения, вытяжку разбавляют экстрагирующим раствором и повторяют измерение.

При использовании воздушно-пропан-бутанового пламени из растворов сравнения и вытяжек берут аликвоты по I0 мл, помещают в пробирки или другие технологические емкости, приливают к ним по I мл раствора хлористого стронция и перемешивают. Первый и третий растворы сравнения, необходимые для периодической проверки градуировочной характеристики прибора, берут каждый в 2-3 пробирки. Градуировку прибора по растворам сравнения, разбавленным раствором хлористого стронция, и анализ вытяжек, также разбавленных этим раствором, проводят аналогично определению марганца с воздушно-ацетиленовым пламенем.

2.3.5. Определение железа в вытяжке из почвогрунта

Определение железа проводят в вытяжке, приготовленной по п.2.3.I., непосредственно вводя ее в пламя ацетилен-воздух или

пропан-бутан-воздух по аналитической линии 248,3 нм. Пламя окислительное (прозрачное, голубое). Ширину щели монохроматора, расход газов, ток, питающий лампу с полым катодом, устанавливают в соответствии с инструкциями, прилагаемыми к прибору и лампе. Для получения оптимальных для измерений значений оптической плотности наконечник горелки устанавливают под углом 60° относительно просвечивающего луча.

При стабилизировавшемся режиме работы прибора в пламя вводят первый раствор сравнения, не содержащий железа, и устанавливают начало отсчета (нулевое значение оптической плотности или концентрации). Затем вводят в пламя остальные растворы сравнения в порядке возрастания в них концентрации железа и вытяжки из почвогрунтов, записывая соответствующие им показания измерительного прибора. Через каждые десять измерений в пламя вводят первый и четвертый растворы сравнения для проверки градуировочной характеристики прибора. Если при проверке получаются показания, отличающиеся от показаний, полученных ранее для данных растворов, более, чем на 3% (относительных), корректируют настройку прибора и последние десять вытяжек анализируют снова.

Если показание прибора для анализируемой вытяжки превышает показание для шестого раствора сравнения, вытяжку разбавляют экстрагирующим раствором и повторяют измерение.

2.4. Обработка результатов

По данным, полученным для растворов сравнения, строят градуировочный график, откладывая по оси ординат показания прибора в единицах оптической плотности или концентрации, а по оси абсцисс - концентрацию определяемого элемента в растворе сравнения в пересчете на содержание элемента в почвогрунте: в мг на I кг почвогрунта при объемно-весовом способе или в мг на I л почвогрунта при объемном способе приготовления вытяжки.

Для меди зависимость показаний прибора от концентрации элемента в растворе сравнения линейна во всем рабочем диапазоне концентраций, для остальных элементов она линейна только в начале диапазона измерения.

По показанию прибора, полученному для вытяжки, и градуировочному графику находят концентрацию элемента в вытяжке в пере-

счете на содержание элемента в почвогрунте: в мг на I кг почвогрунта при объемно-весовом способе или в мг на I л почвогрунта при объемном способе приготовления вытяжки.

Содержание элемента в почвогрунте (X) в мг на I кг или в мг на I л грунта (в зависимости от способа приготовления вытяжки) вычисляют по формуле:

$$X = a \cdot M - k,$$

где M – концентрация элемента в вытяжке в пересчете на содержание элемента в почвогрунте, найденная по градуировочному графику, мг/кг или мг/л грунта;

a – коэффициент, учитывающий разбавление вытяжки экстрагирующим раствором перед измерением;

k – концентрация элемента в растворе контрольного опыта в пересчете на содержание элемента в почвогрунте, найденная по градуировочному графику, мг/кг или мг/л грунта.

Значение результатов контрольного опыта не должно превышать при определении меди 0,5 мг/кг или 0,I мг/л грунта, цинка и марганца – 5 мг/кг или I мг/л грунта, железа – 25 мг/кг или 5 мг/л грунта.

2.5. Контроль точности анализа

Допускаемые при вероятности $P = 0,95$ отклонения от среднего арифметического при повторных анализах в одной лаборатории с использованием объемно-весового способа приготовления вытяжки и при двух параллельных анализах с использованием объемного способа приготовления вытяжки приведены в таблице 2.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНОГО БОРА В ПОЧВОГРУНТЕ

Метод основан на извлечении подвижного бора из тепличного почвогрунта горячей водой, содержащей сернокислый магний для коагуляции почвенных коллоидов. Отношение почвогрунта к экстрагенту I:I0 при приготовлении вытяжки объемно-весовым способом и I:2 при приготовлении вытяжки объемным способом. Бор в вытяжке

Таблица 2

Объемно-весовой способ приготовления вытяжки		Объемный способ приготовления вытяжки	
содержание элемента, мг/кг грунта	допускаемые отклонения от среднего, % отн.	содержание элемента, мг/л грунта	допускаемые отклонения от среднего, % отн.
	Медь		
От I до 5	30	От 0,4 до 5	I0
Св. 5 до I0	I7	Св. 5	I0
Св. I0 до 20	I0		
Св. 20	6		
	Цинк		
От 5 до 20	I5	От 2 до 5	I5
Св. 20 до 50	I0	Св. 5 до I0	I0
Св. 50	8	Св. I0	7
	Марганец		
От I0 до 50	30	От I до 3	37
Св. 50 до I00	I5	Св. 3 до I0	I5
Св. I00	I0	Ср. I0	I3
	Железо		
От 20 до 300	20	От 5 до 30	I7
Св. 300	I5	Ср. 30	I0

определяют фотометрическим методом с азометином Ан при длине волны 420 нм. Органические соединения, переходящие в вытяжку и мешающие определению бора, окисляют перманганатом калия в сернокислой среде. Влияние меди, железа и алюминия устраняют трилоном Б.

3.I. Аппаратура, материалы, реактивы

Весы лабораторные 2-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания 200 г и 4-го класса точности с наибольшим пре-

делом взвешивания 500 г по ГОСТ 24104-80.

Спектроколориметр или фотоэлектроколориметр.

pH-метр с погрешностью измерения не более ± 0,1 pH.

Плитка электрическая с закрытой спиралью.

Баня водяная для пробирок.

Штативы металлические для пробирок.

Колбы конические из химико-лабораторного стекла группы ХС (№ 23, 29, ДГ-2, С-90) по ГОСТ 25336-82 вместимостью 250 и 500 мл.

Устройство для отбора пробы почвогрунта по объему (п.2.1.).

Кассеты десятипозиционные с технологическими емкостями вместимостью 200 мл из материала, устойчивого к действию используемых реактивов и не загрязняющего растворы бором.

Установки фильтровальные десятипозиционные.

Воронки стеклянные по ГОСТ 25336-82 диаметром 36 и 100 мм или пробки полые стеклянные.

Цилиндры мерные по ГОСТ 1770-74 вместимостью 50 и 100 мл или дозатор с погрешностью дозирования не более 1%, выполненный из материалов, устойчивых к действию используемого реактива и не загрязняющих раствор бором.

Колбы мерные с притертыми пробками по ГОСТ 1770-74 вместимостью 50, 100 и 1000 мл.

Пробирки стеклянные с притертыми пробками из стекла группы ХС (№ 23, 29, ДГ-2, С-90) по ГОСТ 25336-82 вместимостью 10-15 мл.

Пипетка 2-го класса точности по ГОСТ 20292-74 вместимостью 5 мл или шприц-дозатор с погрешностью дозирования не более 1% для отбора вытяжки и растворов сравнения, выполненный из материалов, устойчивых к действию используемых реактивов и не загрязняющих раствор бором.

Пипетка 2-го класса точности по ГОСТ 20292-74 вместимостью 10 мл.

Пипетка градуированная 2-го класса точности по ГОСТ 20292-74 вместимостью 1 мл или дозатор с погрешностью дозирования не более 1%, выполненный из материалов, устойчивых к действию используемого реактива и не загрязняющих растворы бором.

Бюретка с краном 2-го класса точности по ГОСТ 20292-74 вместимостью 10 мл для дозирования раствора В.

Бюретка с краном 2-го класса точности вместимостью 50 мл или дозатор с погрешностью дозирования не более 1% для дозирования окрашивающего раствора, выполненный из материалов, устойчивых к действию используемого реактива и не загрязняющих раствор бором.

Фильтры обеззоленные, синяя лента по ТУ 6-09-1678-77 диаметром 15 см или бумага фильтровальная лабораторная медленной или средней фильтрации по ГОСТ 12026-76.

Универсальная индикаторная бумага.

Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72.

Магний сернокислый 7-водный по ГОСТ 4523-77, х.ч. или ч.д.а.

Кислота серная по ГОСТ 4204-77, х.ч. или ч.д.а.

Кислота соляная по ГОСТ 3118-77, х.ч. или ч.д.а.

Кислота борная по ГОСТ 9656-75, х.ч.

Кислота аскорбиновая по ГОСТ 4815-76, ч.д.а.

Калий марганцовокислый (калия перманганат) по ГОСТ 20490-75, х.ч. или ч.д.а.

Аммоний уксуснокислый по ГОСТ 3117-78, х.ч. или ч.д.а.

Соль динатриевая этилендиамин- N , N , N', N' , - тетрауксусной кислоты, 2-водная (трилон Б) по ГОСТ 10652-73, ч.д.а.

Аш-кислоты мононатриевая соль (1-амино-8-нафтол-3,6-дисульфокислоты мононатриевая соль, 1,5-водная) по ТУ 6-09-05-620-77, ч.

Салициловый альдегид по ГОСТ 9866-74, ч.д.а.

Калия гидроокись по ГОСТ 24363-80, х.ч. или ч.д.а.

Спирт этиловый ректификованный технический по ГОСТ 18300-72.

3.2. Подготовка к анализу

3.2.1. Приготовление 0,1%-ного раствора сернокислого магния

1,0 г сернокислого магния растворяют в дистиллированной воде, доводят объем до 1 л и перемешивают.

3.2.2. Приготовление раствора серной кислоты, разбавленной 1:2

100 мл концентрированной серной кислоты осторожно приливают к 200 мл дистиллированной воды при постоянном перемешивании

и охлаждают.

3.2.3. Приготовление 10%-ного раствора гидроокиси калия

10 г гидроокиси калия растворяют в дистиллированной воде, доводят объем до 100 мл и перемешивают,

3.2.4. Приготовление 3%-ного раствора марганцовокислого калия

15 г марганцовокислого калия растворяют в дистиллированной воде при слабом нагревании. После охлаждения доводят объем дистиллированной водой до 500 мл и перемешивают. Раствор хранят в склянке из темного стекла в холодильнике в течение 2-3 мес.

3.2.5. Приготовление окисляющего раствора

Смешивают 3%-ный раствор марганцовокислого калия и раствор серной кислоты, разбавленной 1:2 в отношении 7:3. Раствор готовят в день проведения анализа.

3.2.6. Приготовление 10%-ного раствора аскорбиновой кислоты

10 г аскорбиновой кислоты растворяют в дистиллированной воде, доводят объем до 100 мл и перемешивают. Раствор хранят в холодильнике не более недели.

3.2.7. Приготовление буферного маскирующего раствора

500 г уксуснокислого аммония и 10 г трилона Б растворяют в дистиллированной воде и доводят объем дистиллированной водой до 1 л. К полученному раствору приливают разбавленный 1:2 раствор серной кислоты до pH 6,0±0,2. Проверяют pH раствора на pH-метре.

3.2.8. Получение азометина Аш

Растворяют 18 г моносатриевой соли Аш-кислоты в 1 л дистиллированной воды при осторожном нагревании (45-50°С) и фильтруют раствор в коническую колбу вместимостью 2-3 л. Раствор в колбе нейтрализуют раствором гидроокиси калия до pH 7 по универсальной индикаторной бумаге. При постоянном перемешивании прибавляют по каплям соляную кислоту до pH 2 и 20 мл салицилового альдегида. Колбу с раствором помещают на водяную баню с температурой 45-65°С и выдерживают 1 ч при постоянном перемешивании. Затем колбу с раствором оставляют на 16 ч при комнатной температуре для пол-

ного выделения азометина Аш. Осадок отфильтровывают на воронке Бюхнера, промывают 5 раз этиловым спиртом порциями по 10-15 мл и высушивают при температуре 100°С в течение 3-х ч. Выход азометина Аш ~ 18 г. Полученный продукт хранят в склянке с притертой пробкой.

3.2.9. Приготовление 0,9%-ного раствора азометина Аш

0,9 г азометина Аш и 2,0 г аскорбиновой кислоты растворяют в 20-30 мл дистиллированной воды при осторожном нагревании на водяной бане. Полученный раствор переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, охлаждают, доводят объем до метки дистиллированной водой, перемешивают и фильтруют. Хранят раствор в холодильнике не более двух недель. Если при хранении раствор мутнеет, то перед анализом его подогревают на водяной бане до просветления.

3.2.10. Приготовление смешанного окрашивающего раствора

Смешивают растворы азометина Аш и буферного маскирующего раствора в отношении 1:1. Смесь готовят в день проведения анализа.

3.2.11. Приготовление раствора, содержащего 1 мг бора в 1 мл (раствор А)

5,720 г борной кислоты растворяют в дистиллированной воде, доводят объем до 1 л в мерной колбе и тщательно перемешивают. Раствор хранят до 1 года.

3.2.12. Приготовление раствора, содержащего 100 мкг бора в 1 мл (раствор Б)

В мерную колбу вместимостью 100 мл помещают 10 мл раствора А, доводят объем до метки дистиллированной водой и перемешивают. Раствор хранят до 3-х мес.

3.2.13. Приготовление раствора, содержащего 10 мкг бора в 1 мл (раствор В)

В мерную колбу вместимостью 100 мл помещают 10 мл раствора Б, доводят объем до метки 0,1%-ным раствором сернокислого магния и перемешивают. Раствор готовят в день проведения анализа.

3.2.14. Приготовление растворов сравнения

В шесть мерных колб вместимостью 50 мл помещают с помощью бюретки указанные в таблице 3 объемы раствора В, приготовленного

по п.3.2.13., доводят объемы до метки 0,1-ным раствором сернокислого магния и тщательно перемешивают. Растворы готовят в день проведения анализа. Растворы сравнения используют для градуировки фотоэлектроколориметра или спектроколориметра.

Таблица 3

Приготовление растворов сравнения для определения бора

Номер раствора сравнения	Объем раствора В, мл	Концентрация бора в растворе сравнения, мкг/мл	Концентрация бора в растворе сравнения в пересчете на содержание элемента в почвогрунте	
			при объемно-весовом способе приготовления вытяжки, мг/кг грунта	при объемном способе приготовления вытяжки, мг/л грунта
1	0	0	0	0
2	0,5	0,1	1	0,2
3	1	0,2	2	0,4
4	2	0,4	4	0,6
5	4	0,8	8	1,6
6	6	1,2	12	2,4

3.3. Проведение анализа

3.3.1. Приготовление вытяжки

3.3.1.1. Приготовление вытяжки объемно-весовым способом

Пробу почвогрунта массой 5 г взвешивают с погрешностью не более 0,1 г и помещают в коническую колбу вместимостью 250 мл. К пробе приливают 50 мл 0,1%-ного раствора сернокислого магния, закрывают колбу полой стеклянной пробкой или лабораторной воронкой и кипятят суспензию в течение 5 мин с момента закипания, не допуская бурного кипения. Суспензию перемешивают и фильтруют в горячем состоянии через бумажный фильтр. Суспензию необходимо перенести на фильтр за один прием. Для фильтрования используют фильтровальные установки и десятипозиционные кассеты или лабора-

торные воронки и колбы. Мутные фильтраты центрифугируют.

Одновременно ставят контрольный опыт, проводя его через все стадии анализа, исключая взятие пробы почвогрунта. Для каждой партии образцов контрольный опыт проводят в 3-кратной повторности.

3.3.I.2. Приготовление вытяжки объемным способом

Пробу почвогрунта для анализа объемом 50 мл берут с помощью специального устройства. Для этого цилиндр вместимостью 50 мл ставят в кювету, на него устанавливают цилиндр вместимостью 75 мл. Оба цилиндра заполняют доверху грунтом и вставляют в верхний цилиндр груз, не прилагая дополнительных усилий. Затем верхний цилиндр сдвигают в сторону для удаления содержащегося в нем излишка грунта. Из нижнего цилиндра пробу грунта переносят в коническую колбу вместимостью 500 мл. К пробе приливают I00 мл 0,I%-ного раствора сернокислого магния, закрывают колбу полой стеклянной пробкой или лабораторной воронкой и кипятят суспензию в течение 5 мин с момента закипания, не допуская бурного кипения. Суспензию перемешивают и фильтруют в горячем состоянии через бумажный фильтр, стараясь перенести на фильтр возможно большее количество грунта. Для фильтрования используют фильтровальные установки и десятипозиционные кассеты или лабораторные воронки и колбы. Мутные фильтраты центрифугируют.

3.3.2. Определение бора в вытяжке из почвогрунта

Отбирают дозатором или пипеткой по 5 мл вытяжки, приготовленной по п.3.3.I, и растворов сравнения, приготовленных по п.3.2.I4., в сухие пробирки вместимостью I0-I5 мл, установление в штатив. Приливают к пробам дозатором или пипеткой по I мл окисляющего раствора и содержимое перемешивают. Штатив с пробирками погружают в кипящую водяную баню на I5 мин. Уровень воды в бане должен быть выше уровня жидкости в пробирках. По истечении указанного времени штатив с пробирками вынимают из горячей водяной бани охлаждают растворы при комнатной температуре или в холодной воде. Затем в пробирки приливают по 0,5 мл I0%-ного раствора аскорбиновой кислоты и перемешивают растворы. Растворы в пробирках должны быть бесцветными. Если вытяжка полностью не обесцвечивается, необходимо исходную вытяжку предварительно раз-

бавить 0,I%-ным раствором сернокислого магния и повторить анализ, взяв 5 мл разбавленной вытяжки. К окисленным вытяжкам приливают по 4 мл смешанного окрашивающего раствора, перемешивают и оставляют на 2 ч.

Окрашенные растворы фотометрируют в кюветах с толщиной просвечиваемого слоя I-2 см относительно первого раствора сравнения, не содержащего бора, при длине волны 420 нм или, используя светофильтр с максимумом пропускания в области 400-440 нм.

3.4. Обработка результатов

По результатам фотометрирования растворов сравнения строят градуировочный график, откладывая по оси ординат значение оптической плотности, а по оси абсцисс - концентрацию бора в растворе сравнения в пересчете на содержание элемента в почвогрунте: в мг на I кг почвогрунта при объемно-весовом способе или в мг на I л почвогрунта при объемном способе приготовления вытяжек. По значению оптической плотности анализируемого раствора и градуировочному графику находят концентрацию бора в вытяжке в пересчете на содержание элемента в почвогрунте: в мг на I кг или в мг на I л почвогрунта.

Если результат измерений выходит за пределы градуировочного графика, определение повторяют, предварительно разбавив вытяжку 0,I%-ным раствором сернокислого магния.

Содержание подвижного бора в почвогрунте (X) в мг на I кг или в мг на I л грунта (в зависимости от способа приготовления вытяжки) вычисляют по формуле:

$$X = a \cdot M - k,$$

где M - концентрация бора в вытяжке в пересчете на содержание элемента в почвогрунте, найденная по градуировочному графику, мг/кг или мг/л грунта;

a - коэффициент, учитывающий разбавление вытяжки перед анализом;

k - концентрация бора в растворе контрольного опыта в пересчете на содержание бора в почвогрунте, найденная по градуировочному графику, мг/кг или мг/л.

Значение результата контрольного опыта не должно превышать 0,5 мг/кг или 0,I мг/л грунта.

3.5. Контроль точности анализа

Допускаемые при вероятности P = 0,95 отклонения от среднего арифметического при повторных анализах в одной лаборатории с использованием объемно-весового способа приготовления вытяжки и при двух параллельных анализах с использованием объемного способа приготовления вытяжки приведены в таблице 4.

Таблица 4

Объемно-весовой способ приготовления вытяжки		Объемный способ приготовления вытяжки	
содержание бора, мг/кг грунта	допускаемые отклонения от среднего, % отн.	содержание бора, мг/л грунта	допускаемые отклонения от среднего, % отн.
От 0,5 до 2,0	35	От 0,I до 0,5	35
Св. 2,0 до 5,0	20	Св. 0,4 до I,0	I5
Св. 5,0	I5	Св. I,0	I0

4. ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ ПОДВИЖНЫМИ ФОРМАМИ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

По результатам анализов тепличных почвогрунтов проводят оценку обеспеченности их подвижными формами микроэлементов на основе градаций, учитывающих способ приготовления вытяжки (табл. 5-7). При использовании объемно-весового способа приготовления вытяжки результати анализа должны быть пересчитаны на единицу объема. Для этого содержание элемента, выраженное в мг на I кг грунта, умножают на плотность грунта.

Таблица 5

Уровни обеспеченности микроэлементами тепличных органо-минеральных почвогрунтов на основе торфа и некарбонатных почв при использовании объемно-весового способа приготовления вытяжки

Уровни обеспеченности	Содержание микроэлементов, мг/л грунта			
	вытяжка раствором трилона Б и ацетата аммония с pH 7			водная вытяжка
	цинк	медь	марганец	бор
Низкий	До 20	До 5	До 20	До I
Нормальный	Св.20 до 40	Св.5 до I0	Св. 20 до 40	Св. I до 2
Высокий	Св. 40	Св. I0	Св. 40	Св. 2

Таблица 6

Уровни обеспеченности микроэлементами тепличных органо-минеральных почвогрунтов на основе торфа и некарбонатных почв при использовании объемного способа приготовления вытяжки

Уровни обеспеченности	Содержание микроэлементов, мг/л грунта		
	вытяжка раствором трилона Б и ацетата аммония с pH 7		водная вытяжка
	цинк	медь	бор
Низкий	До I0	До 2	До 0,5
Нормальный	Св. I0 до 20	Св. 2 до 4	Св. 0,5 до I,0
Высокий	Св. 20	Св. 4	Св. I,0

Таблица 7

Уровни обеспеченности микроэлементами тепличных органо-минеральных почвогрунтов на основе карбонатных почв при использовании объемно-весового способа приготовления вытяжки

Уровни обеспеченности	Содержание микроэлементов, мг/л грунта		
	вытяжка раствором трилона Б и ацетата аммония с pH 7		водная вытяжка
	цинк	медь	бор
Низкий	До 20	До 20	До I,5
Нормальный	Св. 20 до 40	Св. 20 до 50	Св. I,5 до 3,5
Высокий	Св. 40	Св. 50	Св. 3,5

ЛИТЕРАТУРА

I. Методические рекомендации по применению микроудобрений. М., ВИУА, I977, с. 30-32.

2. Рінькіс Г.Я., Нолленцдорф В.Ф. Оптимизация минерального питания полевых и тепличных культур. Рига, Изд-во "Зинатне", I977, с. 22-72.

3. Организация работы агрохимической лаборатории тепличного хозяйства (рекомендации). М., I979, с. 8-I0.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

Общие положения 3

I. Подготовка почвогрунта к анализу 5

2. Определение подвижных форм меди, цинка, марганца и железа в почвогрунте 6

3. Определение подвижного бора в почвогрунте I7

4. Оценка обеспеченности почвогрунтов подвижными формами микроэлементов 26

Литература 28

Ответственный за выпуск Н.А.Чеботарева

Редактор Е.А.Красавина

Подписано к печати 22/XI-85 г. Л.-64996 Зак. 325

Объем 2,0 печ.л Тираж I000 экз. Цена 20 коп.

ЮЖУ НИПТИМ, г. Клин, пос. Майданово, д. 8 б.

gost.e-ecolog.ru