КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Кафедра почвоведения

К.Г. Гиниятуллин, А.А. Валеева, Е.В. Смирнова

АНАЛИЗ ТЕПЛИЧНЫХ ПОЧВОГРУНТОВ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Учебное пособие

Казань – 2017

УДК 631.4

Принято на заседании кафедры почвоведения
протокол № 11 от 03.03.2017 года

Рецензенты:
доктор биологических наук,
профессор кафедры прикладной экологии КФУ **С.Ю. Селивановская**
доктор биологических наук,
профессор кафедры почвоведения КФУ **Г.Ф. Копосов**

Гиниятуллин К.Г., Валеева А.А., Смирнова Е.В.
Анализ тепличных почвогрунтов и их компонентов: учебное пособие / К.Г. Гиниятуллин, А.А. Валеева, Е.В. Смирнова. – Казань: Казан. ун-т, 2017. – 67 с.

Учебное пособие разработано для проведения лабораторных и практических занятий со студентами-бакалаврами, обучающимися по специальности 06.03.02-«Почвоведение» для освоения дисциплин «Агротехника культур защищенного грунта», «Агрохимия», «Основы прикладного почвоведения», «Ландшафтный дизайн приусадебных хозяйств». В учебном пособии рассматриваются методы отбора образцов, проведения анализа тепличных почвогрунтов и компонентов, используемых для их составления.

© Гиниятуллин К.Г., 2017
© Казанский университет, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 5
1. Агрохимический анализ тепличных грунтов 6
1.1. Отбор и подготовка образцов тепличных грунтов к анализу 7
1.2.Приготовление водной вытяжки из тепличных грунтов 8
1.2.1. Приготовление водной вытяжки объемно-весовым способом 8
1.2.2. Приготовление водной вытяжки объемным способом 9
1.3. Определение содержания в тепличных грунтах минерального азота 9
1.3.1. Ионно-метрическое определение содержания нитратного азота 10
1.3.2. Фотометрическое определение содержания аммонийного азота 12
1.4. Фотометрическое определение содержания в тепличных грунтах водорастворимого фосфора 14
1.5. Пламенно-фотометрическое определение содержания в тепличных грунтах водорастворимого калия 16
1.6. Комплексонометрический метод определения содержания в тепличных грунтах водорастворимого кальция и магния 17
1.7. Определение pH водной вытяжки из тепличных грунтов 21
1.8. Кондуктометрическое определение общей засоленности тепличных грунтов. 21
1.9. Определения содержания в тепличных грунтах влаги и органического вещества 23
1.10. Определение содержания в тепличных грунтах хлорид-иона методом прямой ионометрии 24
1.11. Пламенно-фотометрическое определение в тепличных грунтах содержания водорастворимого натрия 26
2. Оценка обеспеченности тепличных грунтов элементами питания и их качественная характеристика по химическим и физико-химическим свойствам 28
3. Анализ торфов. 32
3.1. Отбор и подготовка проб торфов к анализу 32
3.2. Оценка степени разложения торфа 34
3.3. Определение в торфе содержания влаги 35
3.4. Определение в торфе подвижных форм железа 36
3.5. Определение зольности торфа 39
3.6. Определение обменной кислотности торфа 40
3.7. Определение содержания в торфе хлорид-иона 40
4. Анализ органических удобрений 43
4.1. Отбор проб твердых видов органических удобрений, приготовленных на основе отходов животноводства 43
4.2. Определение в органических удобрениях влаги и сухого остатка 44
4.3. Определение в органических удобрениях содержания 45

органического вещества
4.4. Определение pH солевой вытяжки органических удобрений 46
4.5. Определение в органических удобрениях содержания общего азота 47
4.5.1. Приготовление минерализата 47
4.5.2 Определение в минерализате из органических удобрений содержания аммония отгонкой 48
4.5.3. Фотометрическое определение содержания аммония в минерализате из органических удобрений 51
4.6. Фотометрическое определение в органических удобрениях содержания аммонийного азота 53
4.7. Определение в органических удобрениях содержания общего фосфора 54
4.8. Определение в органических удобрениях содержания общего калия 57
5. Анализ сапропелей 58
5.1. Отбор и подготовка образцов сапропелей к анализу 59
5.2. Лабораторный анализ сапропелей 59
Использованная литература 60
Приложения 61

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на широкое внедрение новых гидропонных технологий, традиционные методы возделывания овощных и декоративных культур на почвенных смесях остаются основной формой растениеводства в тепличных хозяйствах. Агрохимический анализ тепличных почвогрунтов и компонентов, используемых для их составления, являются необходимым условием рациональной организации производства овощей в культивационных сооружениях. Только на основе правильной организации агрохимического обслуживания растениеводства защищенного грунта, основанной на результатах агрохимического анализа, можно обеспечить получение конечной продукции, отвечающей требованиям экологической безопасности при минимуме затрат на ее производство [1].

В качестве основных компонентов тепличных почвогрунтов традиционно используют почвенный материал, торф, органические и минеральные удобрения, сапропели. При необходимости в смеси могут добавляться природные разрыхлители (песок, опилки), а также различные мелиоранты (известковая мука, гипс и др.). Данные компоненты при составлении тепличных почвогрунтов могут добавляться в различных соотношениях, но получаемые смеси должны отвечать определенным агротехническим требованиям. В приложении 1 приведена классификация тепличных грунтов по основным физическим и физико-химическим свойствам (таблица 1) [2]. В таблице 2 приложения 1 приводятся оптимальные физические свойства грунтов для различных овощных культур [3], на которые необходимо ориентироваться при подборе компонентного состава почвенных смесей.

Целью данного учебного пособия является формирование у студентов навыков проведения агрохимического анализа тепличных грунтов, оценки их качества и обеспеченности элементами питания, расчета доз органических и минеральных удобрений. В учебном пособии рассматриваются методы анализа торфа, органических удобрений, сапропелей в аспекте характеристики их свойств как компонентов тепличных субстратов.

Почвенные смеси подобные тепличным, широко используются не только в овощеводстве защищенного грунта, а также в любительском цветоводстве, при проведении фитодизайна помещений, ландшафтного дизайна приусадебных участков и городских территорий и можно надеяться, что представленная работа вызовет интерес у широкого круга специалистов.

1. АГРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕПЛИЧНЫХ ГРУНТОВ

Субстраты, применяемые в обычной практике возделывания овощных культур в культивационных сооружениях, включают значительно большую долю органических компонентов (торфа, компостов, сапропелей и т.п.), чем самые плодородные и высокоокультуренные почвы. Этим определяются отличия между их физическими, физико-химическими и химическими свойствами.

Рентабельность овощеводства на закрытом грунте требует получения высоких урожаев с единицы площади, что невозможно без поддержания в тепличных субстратах в течение всей вегетации овощной культуры оптимального содержания доступных питательных веществ. Агротехника теплиц предполагает использование для составления субстратов компонентов с высоким исходным запасом доступных элементов питания и применение высоких доз органических и минеральных удобрений. Для избежания засоления грунта и накопления в овощной продукции нитратов, удобрения необходимо вносить дробно (в 5-10 приемов в течение одного вегетационного периода), в строго расчетных количествах. Поэтому, для обеспечения рационального агрохимического обслуживания тепличных культур анализ грунтов должен проводится в течение всего периода вегетации, не реже одного раза в 3-4 недели. Практика агрохимического обслуживания тепличных грунтов требует применения ускоренных методов агрохимических анализов, которые обеспечивают ускоренное получение данных об обеспеченности культур необходимыми элементами питания для оперативного реагирования на их дефицит.

Агрохимическое обследование земель, используемых под открытое

овощеводство, мало отличается от других полевых культур, за исключением использования более высоких доз минеральных и органических удобрений и использования дробной подкормки (1-2 раза за вегетацию) [4], и вполне обеспечивается традиционным агрохимическим обследованием пахотных угодий. Отличия в технологиях тепличного и полевого овощеводства делают невозможным прямую экстраполяцию агрохимических методов анализа, разработанных для полевых условий на тепличные грунты, и требуют применения специфических методов отбора образцов, выделения доступных элементов питания и методов их количественного определения.

1.1. Отбор и подготовка образцов тепличных грунтов к анализу

Отбор проб тепличного грунта проводят как до высадки овощной культуры для расчета предпосевного внесения удобрений (основное обследование), так и в течение всей вегетации для оценки необходимости подкормок (контрольное обследование). Территория теплицы делится на элементарные участки площадью от 230 до 270 м^2. При основном обследовании пробы почвогрунта отбирают с каждой пробной площадки не ранее чем через 15 дней после внесения органических удобрений. При контрольном обследовании близлежащие элементарные участки (по четыре) могут объединяться в укрупненные площадки пробоотбора площадью от 920 до 1080 м^2. Смешанные пробы составляются из индивидуальных (точечных) проб, которые отбираются тростевым буром (рис.1.) на всю глубину почвогрунта до дренажного слоя. Количество индивидуальных проб, отбираемых по площадке должно составлять (в зависимости от типа теплицы) - 40-80 при основном и 40-60 - при

Рис. 1. Отбор точечных проб с помощью тростевого бура (типа БП-25-15)

контрольном обследовании. Объем смешанного образца должен составлять 0,6-1,0 л. Пробы грунтов, поступившие на анализ, помещают в полиэтиленовый пакет, из них удаляют камни, стекло, щепу и другие посторонние включения. Отобранные образцы анализируют в день отбора, при необходимости могут храниться в холодильнике не более 1 суток.

1.2.Приготовление водной вытяжки из тепличного грунта

Приготовление водной вытяжки основывается на извлечении водорастворимых веществ дистиллированной водой при отношении массы пробы грунта и воды 1:5 (или 1:10 для грунтов с высоким содержанием органического вещества, > 30%). Методика определения органического вещества в тепличных грунтах рассматривается в главе 1.9. В соответствии с государственным стандартом (ГОСТ 27753.2-88) водная вытяжка получается из высушенного образца почвогрунта (объемно-весовой способ получения водной вытяжки). В соответствии с методическими указаниями по агрохимическому анализу тепличных грунтов [5] наряду с объемно-весовым способом допускается объемный отбор лабораторной пробы тепличного грунта для приготовления водной вытяжки в состоянии естественной (полевой) влажности и стандартизованного уплотнения (объемный способ получения водной вытяжки).

1.2.1. Приготовление водной вытяжки объемно-весовым способом

Пробы тепличного грунта доводят до воздушно-сухого состояния путем подсушивания в сушильном шкафу при температуре 40°С. Проба считается доведенной до воздушно-сухого состояния, если составляющие ее частицы не слипаются и при раздавливании крошатся. Высушенные пробы измельчают и просеивают через сито диаметром 1-2 мм. Пробу для анализа отбирают не менее чем из пяти точек. Масса пробы для анализа грунтов с массовой долей органического вещества <30 % должна составлять 30 г, а с массовой долей >30% - 15 г.

Пробу тепличного грунта помещают в конические колбы на 200-250 $см^3$, приливают по 150 $см^3$ воды и перемешивают в течение 15 мин. Допускается определение удельной электрической проводимости непосредственно в суспензии до фильтрования, а в специально отобранной аликвоте водной суспензии (15-20 $см^3$) можно определять pH.

Водную вытяжку фильтруют, отбрасывая первые порции фильтрата. Содержание элементов питания при применении данного метода получения вытяжки рассчитывается в мг/кг грунта или в массовой доле $млн^{-1}$. При использовании пробы в 15 г полученные результаты анализа увеличивают вдвое.

1.2.2. Приготовление водной вытяжки объемным способом

Для отбора пробы используется устройство, состоящее из двух цилиндров - нижнего объемом 75 $см^3$ (диаметр - 46 мм, высота - 45 мм) и верхнего объемом 50 $см^3$ (диаметр - 46 мм, высота - 30 мм). Оба цилиндра доверху заполняются анализируемым грунтом, находящимся в состоянии естественной влажности. В верхний цилиндр вставляют поршень, на него помещают груз весом 2 кг. После уплотнения грунта верхний цилиндр сдвигают в сторону для удаления излишка грунта. Пробу из нижнего цилиндра переносят в колбу на 200-250 $см^3$, приливают 150 $см^3$ дистиллированной воды и получают вытяжку согласно гл. 1.2.1. Содержание элементов питания высчитывают в данном случае в мг на объем сырого грунта – 1 $дм^3$.

1.3. Определение содержания в тепличных грунтах минерального азота

Минеральный азот в грунтах находится в двух основных формах: аммонийной ($N\text{-}NH_4^+$) и нитратной ($N\text{-}N0_3^-$). Аммонийный азот в условиях высокой микробной активности теплиц быстро превращается в нитратный. Поэтому, иногда, считают достаточным иметь данные о содержании только нитратной формы. Однако учет суммарного содержания минерального азота дает более объективную оценку обеспеченности овощных растений азотом,

особенно, в грунтах с высоким содержанием навоза, в рассадных грунтах, а также после непосредственного внесения аммонийных удобрений.

1.3.1. Ионнометрическое определение содержания нитратного азота

Метод основан на измерении разности потенциалов между ионоселективным и вспомогательным (хлорсеребряным) электродами, которая пропорциональна содержанию в вытяжке нитрат-иона.

Приготовление растворов сравнения. Готовится исходный раствор $KN0_3$ концентрации 0,1 моль/дм^3 (pC $N0_3$ = 1). Для этого 10,11±0,01 г высушенного при 105°С $KN0_3$ растворяется в дистиллированной воде, объем доводят до 1 дм^3. Последовательным десятикратным разбавлением в мерных колбах на 100 см^3 готовятся рабочие растворы сравнения с концентрацией 0,01, 0,001 и 0,0001 моль/дм^3 в (pC $N0_3$ равно 2, 3 и 4, соответственно).

Подготовка ионоселективного электрода к работе. При использовании ионоселективных электродов типа ЭМ-NOз-01, Эн-1 или ЭНМ-П-НИО, они предварительно заполняются раствором 0,1 моль/дм^3 $KN0_3$ в 0,005 моль/дм^3 КС1 (10,11 г $KN0_3$ и 0,37 г КС1 растворяют в дистиллированной воде, объем доводят до 1 дм^3). В течение суток электрод выдерживают в 0,1 моль/дм^3 растворе KNO_3. Электроды типа ЭЛИС-121NO_3 раствором не заполняются, перед применением выдерживаются в течение суток в растворе $KN0_3$ с концентраций 0,01 моль/дм^3. Непосредственно перед работой все типы электродов выдерживаются 10 мин в 0,0001 моль/дм^3 растворе KNO_3. Работоспособный электрод должен иметь разность ЭДС между двумя стандартными растворами (0,01-0,001 или 0,001-0,0001 моль/дм^3 KNO_3) > 48 мВ.

Важно! В промежутках между измерениями электрод должен храниться в 0,01 моль/дм^3 растворе KNO_3.

Проведение испытания. Электродную пару, состоящую из ионоселективного и хлорсеребряного электродов, погружают в растворы сравнения и измеряют ЭДС (в мВ) или pC $N0_3$ с помощью иономера. Измерения снимаются после прекращения дрейфа прибора примерно через 1,5-2 мин. При

переходе с растворов сравнения больших концентраций к меньшим концентрациям электроды выдерживаются в дистиллированной воде 3-4 мин.

При измерении pC_{NO_3} растворов сравнения проводят градуировку прибора. Прибор градуируют по растворам сравнения с pC_{NO_3} равным 4 и 2, используя для контроля раствор сравнения с pC_{NO_3} равным 3. При этом отклонение от номинального значения величины pC_{NO_3} от контрольного раствора сравнения не должно превышать ±0,05 единиц. При измерении ЭДС в милливольтах прибор в градуировке не нуждается, электродную пару погружают в растворы сравнения (последовательно 0,0001, 0,001, 0,01 моль/дм^3) и измеряют ЭДС. Затем строят градуировочный график, откладывая по оси абсцисс измеренные значения ЭДС, по оси ординат значения pC_{NO_3} равные 4, 3, и 2 (соответствующие концентрации раствора KNO_3 0,0001, 0,001, 0,01 моль/дм^3).

После градуировки прибора (или измерения ЭДС для построения градуировочного графика) приступают к измерению соответствующих показателей в водных вытяжках из тепличных грунтов. Измерение можно проводить как в фильтратах, так и в аликвотах (15-20 см^3), выделенных из водных суспензий. По значениям измерения pC_{NO_3} в водных вытяжках, полученных объемно-весовым методом при соотношении грунта и воды 1:5 (гл. 1.2.1) содержание нитратного азота в грунте определяется по таблице 1 приложения 2. Результаты представляются массовой долей нитратного азота ($N\text{-}NO_3$) в грунте млн$^{-1}$, что соответствует содержанию $N\text{-}NO_3$ в мг/кг грунта. Если водная вытяжка готовилась при соотношении грунта и воды 1:10 полученное значение умножается на 2.

Для расчета содержания нитратного азота для водных вытяжек, полученных объёмным методом (гл. 1.2.2) значения pC_{NO_3} пересчитываются по таблице 2 приложения 2 и представляются как содержание нитратного азота ($N\text{-}NO_3$) в мг/дм^3 грунта.

1.3.2. Фотометрическое определение содержания аммонийного азота

Метод основан на взаимодействии аммонийного иона в щелочной среде в присутствии катализатора нитропруссида натрия с гипохлоритом и салицилатом натрия, в результате чего образуется окрашенное индофенольное соединение.

Проведение испытания. В коническую колбу отбирают 5 $см^3$ фильтрата водной вытяжки (приготовленной согласно гл. 1.2.1 или гл. 1.2.2.), добавляют 40 $см^3$ рабочего окрашивающего раствора и после перемешивания приливают 2 $см^3$ раствора гипохлорита натрия с массовой долей активного хлора 0,125%. Окрашенные растворы измеряются при красном светофильтре (630-670 нм) при длине светопропускающего слоя кюветы (*l*) 10 мм, не ранее, чем через 1 ч и не позднее 2,5 ч после приготовления раствора. Содержание в грунте аммонийного азота определяется по градуировочному графику и выражается в мг/кг или мг/$дм^3$ в зависимости от способа получения водной вытяжки.

Построение градуировочного графика, для водной вытяжки, приготовленной объемно-весовым способом (гл. 1.2.1). Готовится основной раствор, содержащий 0,5 мг $N\text{-}NH_4$ в 1 $см^3$. Для этого 1,910±0,001 г хлористого аммония (NH_4CI), высушенного при температуре 100-105°С, растворяют в дистиллированной воде, объем доводят до 1 $дм^3$. Для приготовления растворов сравнения в мерные колбы на 100 $см^3$ бюреткой отмеряются следующие объемы основного раствора:

Количество основного раствора, $см^3$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Соответствует содержанию в грунте $N\text{-}NH_4$ (в $млн^{-1}$ или мг/кг) при объемно-весовом методе приготовления водной вытяжки при соотношении грунт-вода 1:5 (гл.1.2.1)	0	12,5	25	37,5	50	75	100	125

Содержимое мерных колб доводят до метки дистиллированной водой. Из растворов сравнения отбирают по 5 $см^3$ и повторяют ход основного анализа. Если водная вытяжка готовится при соотношении грунта и воды 1:10 результаты умножаются на 2.

Построение градуировочного графика, для водной вытяжки,

приготовленной объемным способом (гл. 1.2.2). Готовится основной раствор, содержащий 0,1 мг $N\text{-}NH_4$ в 1 $см^3$. Для этого 0,382 г хлористого аммония (NH_4Cl), высушенного при 100-105°С, растворяют в дистиллированной воде, объем доводят до 1 $дм^3$. Для приготовления растворов сравнения в мерные колбы на 250 $см^3$ бюреткой отмеряются следующие объемы основного раствора:

Количество основного раствора, $см^3$	0	5	10	20	30	40	50	60
Соответствует содержанию в грунте $N\text{-}NH_4$ (в мг/$дм^3$) при объемном методе приготовления водной вытяжки (гл.1.2.2) [6]	0	4	8	16	24	32	40	48

Содержимое мерных колб доводят до метки дистиллированной водой. Из растворов сравнения отбирают по 5 $см^3$ и повторяют ход основного анализа. Содержание $N\text{-}NH_4$ выражается в мг на $дм^3$ грунта.

Реактивы: 1) Запасной окрашивающий раствор - 56,7 г салицилово-кислого натрия, 16,7 г виннокислого калия-натрия (сегнетовой соли) и 26,7 г гидрооксида натрия помещают в термостойкий стакан на 1 $дм^3$, добавляют 700 $см^3$ дистиллированной воды и кипятят в течение 20 мин для удаления аммиака. Затем прибавляют 0,4 г нитропруссида натрия и доводят объем раствора до 1 $дм^3$. Раствор хранится в холодильнике в склянке с притертой пробкой в течение 2 мес.

2) Рабочий окрашивающий раствор - запасной окрашивающий раствор разбавляют дистиллированной водой в соотношении 1:9 и в нем растворяют трилон Б из расчета 2 г на 1 $дм^3$ конечного раствора. Рабочий раствор применяется в день приготовления.

3) Запасной раствор гипохлорита натрия - 150 г хлорной извести помещают в химический стакан емкостью 1 $дм^3$, прибавляют 250 $см^3$ дистиллированной воды и перемешивают. 150 г углекислого натрия помещают в химический стакан емкостью 500 $см^3$, растворяют в 250 $см^3$ дистиллированной воды. Раствор углекислого натрия вливают в раствор гипохлорита при непрерывном перемешивании. Смесь оставляют на 1-2 суток, затем надъосадочную жидкость сливают и отфильтровывают.

В полученном фильтрате устанавливается концентрация активного хлора. Для этого отбирают 1 см^3 фильтрата, разбавляют дистиллированной водой до объема 40-50 см^3, прибавляют 2 г йодистого калия и 10 см^3 раствора соляной кислоты молярной концентрации 1 моль/ дм^3 Образовавшийся в смеси йод титруют раствором серноватисто-кислого натрия $Na_2S_2O_3$ (готовится из стандарт-титра) с концентрацией 0,1 моль/дм^3 до полного исчезновения окраски. Массовую долю активного хлора (х) вычисляют по формуле:

$$x = 0{,}00355 \cdot V \cdot 100$$

где, 0,00355 - количество хлора, соответствующего 1 см^3 раствора серноватисто-кислого натрия (0,1 моль/дм^3), г; V - объем раствора серноватисто-кислого натрия, израсходованного на титрование, см^3; 100 - коэффициент пересчета в проценты.

Запасной раствор хранится в холодильнике в склянке с притертой пробкой. Концентрация активного хлора проверяется не реже 1 раза в 3 мес.

4) Раствор гипохлорита натрия с массовой долей активного хлора 0,125% - запасной раствор с известной концентрацией активного хлора разбавляется дистиллированной водой до заданной концентрации. Раствор применяется в день приготовления.

1.4. Фотометрическое определение содержания в тепличных грунтах водорастворимого фосфора

Метод основан на взаимодействии фосфат-анионов, находящихся в водной вытяжке из грунтов, с молибденово-кислым аммонием в присутствие восстановителя - аскорбиновой кислоты. Сурьмяно-виннокислый калий используется как катализатор восстановления. Содержание фосфора определяется фотометрически.

Проведение испытания. В коническую колбу отбирают 5 см^3 фильтрата водной вытяжки (приготовленной согласно гл. 1.2.1 или 1.2.2), добавляют 45 см^3 реактива Б. Окрашенные растворы фотометрируют не ранее чем через 10 минут и не позднее чем через 3 ч при красном светофильтре (710 нм) при длине

кюветы 10 мм. Допускается пропорциональное уменьшение объемов фильтрата и реактива Б при погрешности дозирования не более 1%. Содержание фосфора определяется по калибровочной кривой.

Построение градуировочного графика, для водной вытяжки, приготовленной объемно-весовым способом (гл. 1.2.1). Готовится основной раствор, содержащий 0,5 мг/см^3 P_2O_5. Для этого 0,959±0,001 г однозамещенного фосфата калия (KH_2P0_4), высушенного при 100-105^{0}С растворяют в дистиллированной воде, объем доводят до 1 дм^3. Для приготовления растворов сравнения в мерные колбы на 100 см^3 бюреткой отмеряют следующие объемы основного раствора:

Количество основного раствора, см^3	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Соответствует содержанию в грунте P_2O_5 (в мг/кг или млн$^{-1}$) при объемно-весовом методе приготовления водной вытяжки (при соотношении грунта и воды 1:5)	0	12,5	25	37,5	50	75	100	125

Содержимое мерных колб доводят до метки дистиллированной водой. Из растворов сравнения отбирают по 5 см^3 и повторяют ход основного анализа. Если водная вытяжка готовится при соотношении грунта и воды 1:10 результаты умножаются на 2.

Построение калибровочной кривой для водной вытяжки, приготовленной объемным способом (гл 1.2.2). Готовится основной раствор, содержащий 0,4 мг/см^3 P_2O_5. Для этого 0,756±0,001 г однозамещенного фосфата калия (KH_2PO_4), высушенного при 100-105^{0}С растворяют в дистиллированной воде, объем доводят до 1 л. Для приготовления растворов сравнения в мерные колбы на 500 см^3 бюреткой отмеряются следующие объемы основного раствора:

Количество основного раствора, см^3	0	1,5	2,5	5,0	7,5	10	15	20	25
Соответствует содержанию в грунте P_2O_5 (в мг/дм^3) при объемном методе приготовления водной вытяжки [6]	0	5,5	9,1	18,2	27,3	36,4	54,6	72,8	91,0

Содержимое мерных колб доводят до метки дистиллированной водой. Из растворов сравнения отбирают по 5 см^3 и повторяют ход основного анализа.

Реактивы. 1) 5н раствор H_2SO_4. 140 см^3 концентрированной серной кислоты с плотностью 1,835 г/см^3 осторожно небольшими порциями (для

предотвращения перегрева смеси) приливают к 860 см^3 дистиллированной воды. Смесь готовится под тягой в термостойкой посуде объемом 2 дм^3.

2) Реактив А - 6 г молибденово-кислого аммония растворяют в 200 см^3 дистиллированной воды, 0,15 г сурьмяно-виннокислого калия растворяют в 100 см^3 дистиллированной воды. Оба раствора готовятся при слабом нагревании. После охлаждения растворы приливают к 500 см^3 охлажденного раствора 5н H_2SO_4. Растворы тщательно перемешивают и доводят до 1 дм^3 дистиллированной водой. Реактив хранится в плотно закрытой склянке в темном месте в течение 1 месяца.

2) Реактив Б - 1 г аскорбиновой кислоты растворяют в 170-180 см^3 реактива А и доводят до объема 1000 см^3 дистиллированной водой. Раствор используется в день приготовления.

1.5. Пламенно-фотометрическое определение содержания в тепличных грунтах водорастворимого калия

Калий определяется в фильтратах водных вытяжек, полученных из грунтов объемно-весовым (гл. 1.2.1) или объемным (гл. 1.2.2) методом. Фильтрат анализируется на пламенном фотометре с применением смеси пропан-бутан-воздух. Содержание K_20 определяется по градуировочному графику.

Проведение испытания. Для определения содержания водорастворимого калия используются фильтраты водной вытяжки, которые непосредственно подаются в пробозаборник прибора. Показания пламенного фотометра фильтратов снимаются после градуировки прибора и построения градуировочного графика.

Построение градуировочного графика для водной вытяжки, приготовленной объемно-весовым способом (гл. 1.2.1). Готовится основной раствор, содержащий 2 мг/см^3 K_2O. Для этого 3,168±0,001 г прокаленного при 500°С хлористого калия растворяют в дистиллированной воде, объем доводят до 1 дм^3. Для приготовления растворов сравнения в мерные колбы на 100 см^3

бюреткой отмеряются следующие объемы основного раствора:

Количество основного раствора, $см^3$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Соответствует содержанию в грунте P_2O_5 (в мг/кг или $млн^{-1}$) при объемно-весовом методе приготовления водной вытяжки (при соотношении грунта и воды 1:5)	0	50	100	150	200	300	400	500

Содержимое мерных колб доводят до метки дистиллированной водой. Полученные рабочие растворы сравнения используют для градуировки прибора и построения градуировочного графика. По полученному градуировочному графику определяется содержание в грунте K_2O, которое выражается в мг/кг грунта или в массовой доле K_2O - $млн^{-1}$. Если водная вытяжка готовится при соотношении грунта и воды 1:10 результаты на 2.

Построение градуировочного графика, для водной вытяжки, приготовленной объемным способом (гл. 1.2.2). Готовится основной раствор, содержащий 1,5 мг/$см^3$ K_2O. Для этого 2,861±0,001 г прокаленного при 500°С хлористого калия растворяют в дистиллированной воде, объем доводят до 1 $дм^3$. Для приготовления рабочих растворов сравнения в мерные колбы на 500 $см^3$ бюреткой отмеряются следующие объемы маточного раствора:

Количество основного раствора, $см^3$	0	5	10	20	30	40	50	60
Соответствует содержанию в грунте K_2O (в мг/$дм^3$) при объемном методе приготовления водной вытяжки [6]	0	36	72	144	217	288	361	434

Содержимое мерных колб доводят до метки дистиллированной водой. Полученные рабочие растворы сравнения используют для градуировки прибора и построения градуировочного графика. По полученному градуировочному графику определяется содержание в грунте K_2O, которое выражается в мг/$дм^3$ грунта.

1.6. Комплексонометрический метод определения содержания в тепличных грунтах водорастворимого кальция и магния

В главе рассматривается комплексонометрический метод определения кальция и магния в водной вытяжке, используемый при проведении агрохимического обследования с целью оценки обеспеченности растений магнием и контроля над солевым режимом почвогрунтов.

Метод основан на последовательном титровании трилоном Б в фильтрате водной вытяжки ионов кальция (при pH 12,5-13,0) и ионов магния (при pH 10,0) с использованием в качестве металлоиндикатора - хрома темно-синего. Влияние марганца устраняется его восстановлением гидроксиламином, медь связывается диэтилдитиокарбаматом натрия.

Проведение испытания. Отбирают дозатором в коническую колбу 20 см^3 водной вытяжки (V_3) полученной согласно гл. 1.2.1 или гл. 1.2.2. Колбу помещают на магнитную мешалку и при перемешивании приливают последовательно: 50 см^3 дистиллированной воды, 0,5 см^3 5% раствора гидроксиламина гидрохлорида, 2 см^3 2 моль/дм^3 раствора гидроксида натрия, несколько кристаллов диэтилдитиокарбамата натрия и 1-2 капли кислотного хрома темно-синего. Титруют кальций раствором трилона Б до перехода окраски от розовой к сиреневой и регистрируют объем израсходованного раствора (V_1). Затем оттитрованный раствор нейтрализуют соляной кислотой, разбавленной дистиллированной водой 1:4, до перехода окраски раствора в исходную (розовую) так, чтобы избыток соляной кислоты не превышал 1-2 капель. Прибавляют к смеси 5 см^3 хлоридно-аммиачного буфера (pH=10) и титруют магний раствором трилона Б до перехода окраски от розовой к синей и регистрируют объем ушедший на титрование (V_2). Ход анализа повторяется в холостом опыте.

Обработка результатов. Содержание в грунте водорастворимого кальция (X_{Ca}) вычисляется по формуле:

$$X_{Ca} = \frac{(V_1 - V_0) \times C \times 20 \times K_{(1,2)}}{V_3}$$

где, V_1 - объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование кальция, см^3.

V_o - объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование холостой пробы, см^3.

Vз - объем вытяжки, взятый на титрование, см^3.

20 - молярная масса эквивалента кальция, г/моль

С - молярная концентрация раствора трилона Б, моль/дм^3.

K_1 - коэффициент пересчета на массовую долю кальция в грунте млн$^{-1}$ (или мг/кг), равный: 5000 при объемно-весовом методе (гл.1.2.1) приготовления водной вытяжки (при соотношении грунта и воды 1:5). При соотношении грунта и воды 1:10 значение составляет 10000.

K_2 - коэффициент пересчета на концентрацию кальция в грунте мг/дм^3, равный: 4000, используемый при объемном методе приготовления водной вытяжки (гл. 1.2.2).

Содержание в грунте водорастворимого магния (X_{Mg}) вычисляется по формуле:

$$X_{Mg} = \frac{(V_2 - V_0) \times C \times 12{,}2 \times K_{(1,2)}}{V_3}$$

где, V_2 - объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование магния, см^3.

V_o - объем раствора трилона Б, израсходованного на титрование холостой пробы, см^3.

Vз - объем вытяжки, взятый на титрование, см^3.

12,2 — молярная масса эквивалента магния, г/моль

С - молярная концентрация раствора трилона Б, моль/ дм^3

K_1 - коэффициент пересчета в массовую долю магния в грунте млн$^{-1}$ (или мг/кг), равный: 5000 при объемно-весовом методе (гл. 1.2.1) приготовления водной вытяжки (при соотношении грунта и воды 1:5). При соотношении грунта и воды 1:10 значение K_1 составляет 10000.

K_2 - коэффициент пересчета на концентрацию магния в грунте мг/дм^3, равный 6557 при объемном методе приготовления водной вытяжки (гл. 1.2.2).

Реактивы. 1) Хлоридно-аммиачный буфер - 20 г хлористого аммония растворяют примерно в 100 см^3 дистиллированной воды, приливают 100 см^3 водного аммиака (25%-ного) и доводят объем раствора до 1 дм^3. Раствор

хранится в склянке с притертой пробкой не более 2 мес.

2) Раствор индикатора кислотного хром темно-синего. 0,5 г кислотного хром темно-синего растворяют в этиловом спирте, разбавленном водой 1:4, объем доводится до 100 см^3. Раствор хранят в темном месте в склянке с притертой пробкой.

3) 0,1 н раствор сернокислого магния ($MgSO_4$) - готовится из стандарт-титра, хранится в склянке с притертой пробкой не более 1 года.

4) Раствор 0,01 моль/дм^3 трилона Б. 3,72 г трилона Б растворяют в дистиллированной воде, объем раствора доводят до 1 дм^3. Раствор хранится не более 3 мес. Точную концентрацию трилона Б определяют титрованием по 0,05 моль/ дм^3 раствору сернокислого магния Для этого 5 см^3 раствора сернокислого магния отбирают дозатором в химический стакан, при перемешивании добавляют 50 см^3 дистиллированной воды, 5 см^3 хлоридно-аммиачного буфера, 5 капель раствора индикатора кислотного хром темно-синего и титруют приготовленным раствором до перехода окраски от розовой к синей. Точную молярную концентрацию трилона Б вычисляют по формуле:

$X = (0,1 * 5)/ V$

где, X - концентрация трилона Б, моль/ дм^3.

0,1 - молярная концентрация (0,1н) сернокислого магния (1/2 $MgSO_4$) , моль/ дм^3

5 - объем раствора сернокислого магния, взятый на титрование, см^3

V - объем раствора трилона Б ушедшее на титрование, см^3.

Допускается приготовление раствора трилона Б из стандарт-титра.

5) 5% раствор гидроксшачина гидрохлорида в дистиллированной воде.

6) 2 моль/ дм^3 раствор гидрооксида натрия - 80 г гидрооксида натрия растворяются в дистиллированной воде, объем раствора доводится до 1 дм^3.

7) Кислота соляная, разбавленная дистиллированной водой в соотношении 1:4.

1.7. Определение pH водной вытяжки из тепличных грунтов

pH водной вытяжки определяется потенциометрически с применением ионоселективного стеклянного и вспомогательного (хлорсеребряного) электродов. Измерение pH можно проводить как в отобранной аликвоте водной суспензии, так и в фильтратах водных вытяжек.

Проведение испытания. При необходимости проводят градуировку pH-метра или иономера в режиме измерения pC по двум буферным растворам с pH 4,01 и 9,18. По третьему буферному раствору с pH=6,86 проводят проверку точности градуировки прибора. Отклонение значения pH не должно составлять больше ±0,02 ед. Погружают электродную пару в суспензию или фильтрат водной вытяжки, приготовленные согласно гл. 1.2.1 или гл. 1.2.2. Показания прибора снимаются не раньше чем через 1-2 мин после погружения и только при отсутствии дрейфа прибора (для ускорения установления потенциала допускается перемешивание проб после погружения в них электродов). Показание прибора в единицах pH принимается за значение актуальной кислотности тепличного грунта, по величине которой оценивается его кислотность.

1.8. Кондуктометрическое определение общей засоленности тепличных грунтов

Кондуктометрический метод определения общей засоленности используется при проведении контроля над солевым режимом грунтов. При использовании колоколообразных электродов типа ОК-102 измерения проводятся в фильтрате. При применении других типов электродов возможно измерение электропроводности как в фильтратах, так и в суспензиях водных вытяжек. Если используемый прибор не позволяет сразу измерять удельную электропроводность, то предварительно определяется константа кондуктометрической ячейки. В современных кондуктометрах измерение удельной электропроводности растворов проводится непосредственно при автоматической термокомпенсации, т.е. без предварительной подготовки и

определения вспомогательных показателей.

Определение константы кондуктометрической ячейки (датчика). Датчик кондуктометра погружают в раствор хлористого калия молярной концентрации КС1=0,01 моль/дм^3 и измеряют электрическую проводимость в миллисименсах (мСм).

Константу датчика (С), см$^{-1}$, вычисляют по формуле

$$C = \frac{1{,}41}{\text{а} \times \text{К}}$$

где 1,41 - удельная электрическая проводимость раствора хлористого калия молярной концентрации 0,01 моль/дм^3 при 25°С, мСм/см;

а - измеренная электрическая проводимость раствора хлористого калия молярной концентрации 0,01 моль/дм^3, мСм;

К - коэффициент поправки для приведения электрической проводимости, измеренной при данной температуре к стандарту (25 ^{0}С).

Если прибор оборудован термокомпенсатором, то значение К принимается равным 1. При отсутствии термокомпенсатора, значение К определяется по следующей таблице:

t ° C	К	t°C	К	t ° C	К
15	1,254	20	1,118	25	1,000
16	1,224	21	1,092	26	0,979
17	1,196	22	1,067	28	0,941
18	1,168	23	1,044	30	0,906
19	1,142	24	1,021 .		

Проведение испытания. Готовят фильтрат или суспензию водной вытяжки согласно гл. 1.2.1 или гл. 1.2.2. В фильтрат или суспензию погружают датчик кондуктометра и измеряют электрическую проводимость. После каждого измерения датчик тщательно промывают водой и промокают фильтровальной бумагой. Если прибор не имеет температурного компенсатора, измеряют температуру вытяжек или воды, находящейся в тех же условиях.

Обработка результатов. Удельную электрическую проводимость анализируемой вытяжки (Х) в миллисименсах на сантиметр (мСм/см) вычисляют по формуле:

$X = a \cdot C \cdot K$,

где а - измеренная электрическая проводимость вытяжки, мСм;

С - константа кондуктометрической ячейки (датчика), $см^{-1}$;

К - коэффициент температурной поправки для приведения электрической проводимости, измеренной при данной температуре к стандарту (25 ^{0}С).

Реактивы: Раствор хлористого калия молярной концентрации 0,01 моль/дм^3. Навеску (0,746±0,001г) хлористого калия, прокаленного до постоянной массы при температуре 500°С, помещают в мерную колбу объемом 1 дм^3 и растворяют в дистиллированной воде, доводя объем раствора до метки.

1.9. Определения содержания в тепличных грунтах влаги и органического вещества

Метод основан на оценке потери при прокаливании пробы грунта, при 525°С. Потерю массы при прокаливании условно принимают за массовую долю органического вещества. Для учета содержащейся в грунте влаги предварительно определяется ее массовую долю.

Определение массовой доли влаги. Пробы грунта массой 15-20 г взвешивают с погрешностью не более 0,01 г и помещают в предварительно доведенные до постоянного веса (при 105 °С) фарфоровые чашки. Фарфоровые чашки с пробами помещают в сушильный шкаф и высушивают в течение 5 ч при 105°С, затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают с погрешностью 0,01 г. Затем чашки с пробами высушивают еще в течение 1 ч, охлаждают и взвешивают. Операцию повторяют до тех пор, пока разность результатов двух последующих взвешиваний не будет превышать 0,01 г или вес не начнет возрастать из-за окисления пробы грунта кислородом воздуха. За окончательный результат принимают минимальное значение массы.

Определение массовой доли органического вещества. Пробы грунта массой 5-10 г взвешивают с погрешностью не более 0,01 г и помещают в предварительно доведенные до постоянного веса при 525 °С фарфоровые

тигли. Тигли с пробами помещают в холодную муфельную печь, которую нагревают до 525°С и прокаливают в ней тигли в течение 2 ч. Прокаленные тигли охлаждают 5 мин при комнатной температуре, затем на 30 мин помещают в эксикатор с водопоглотителем, затем взвешивают с погрешностью не более 0,01 г. Процедуру прокаливания повторяют в течение 1 ч, до тех пор, пока результаты двух последующих взвешиваний не будут различаться более чем на 0,01 г. За окончательный результат взвешивания принимают минимальное значение массы прокаленной пробы.

Массовую долю влаги в анализируемом грунте (W) в долях вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1}$$

где, m_1 - масса пробы грунта до высушивания, г;

m_2 - масса пробы грунта после высушивания, г.

Массовую долю органического вещества в грунте (Х %) вычисляют по формуле:

$$X\,\% = \frac{(m_1 - m_2) - m_1 \times W}{m_1 \times (1 - W)} \times 100$$

где, m_1 - масса пробы грунта до прокаливания, г;

m_2 - масса пробы грунта после прокаливания, г;

W - массовая доля влаги в анализируемом грунте.

1.10. Определение содержания в тепличных грунтах хлорид-иона методом прямой ионометрии

Метод основан на измерении разности потенциалов хлоридного ионоселективного электрода и хлорсеребряного электрода сравнения, значение которой зависит от концентрации хлорид-иона. Для предотвращения загрязнения измеряемой среды хлористым калием из солевого контакта электрода сравнения используют переходную электролитическую ячейку,

заполненную раствором азотнокислого калия молярной концентрации $KN0_3$= 1 моль/дм^3 (рис.2.).

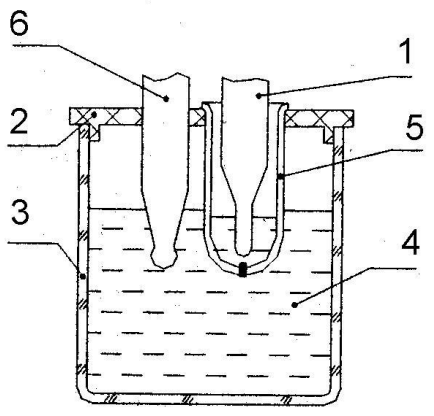

Рис. 2. Схема переходной электролитической ячейки (1 - вспомогательный электрод, 2 - крышка, 3 - стакан, 4 – проба, 5 – ключ электрический с 1 моль/дм^3 раствором KNO_3, 6 - ионоселективный электрод)

Подготовка к работе. Предварительно готовится раствор хлористого калия молярной концентрации КС1 0,1 моль/дм^3. Для этого 7,456±0,001 г хлористого калия, прокаленного до постоянной массы при 500°С, помещают в мерную колбу объемом 1 дм^3, растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до метки. Раствор хранят не более 1 года. Последовательным десятикратным разбавлением в мерных колбах на 100 см^3 готовятся рабочие растворы сравнения с концентрацией 0,01, 0,001 и 0,0001 моль/дм^3 (pC_{Cl} = 2, 3 и 4, соответственно) в день проведения анализа.

К подготовленному (согласно инструкциям заводов-изготовителей) электроду сравнения присоединяют электролитическую ячейку, заполненную раствором азотнокислого калия молярной концентрации 1 моль/дм^3. Проверку крутизны его характеристики проводят в соответствии с техническим описанием электрода. В перерывах между работой хлоридный ионоселективный электрод хранят в сухом состоянии, а электрод сравнения в дистиллированной воде. Электролитическую ячейку освобождают от раствора азотнокислого калия и промывают водой. Перед проведением измерений электролитическая ячейка заполняется свежим раствором азотнокислого калия.

Проведение испытания. В химические стаканы приливают примерно по 20 см^3 растворов сравнения, куда погружают электродную пару и измеряют ЭДС в милливольтах. Измерения начинают с раствора сравнения молярной

концентрации 0,0001 моль/дм^3. Показания прибора считывают не ранее чем через 2 мин после погружения электродов в раствор.

После измерения ЭДС в растворах сравнения электроды тщательно промывают дистиллированной водой и высушивают фильтровальной бумагой. Затем приступают к измерению ЭДС в анализируемых вытяжках. При переносе из одной вытяжки в другую электроды промывают водой и промокают фильтровальной бумагой.

Обработка результатов. По результатам измерения растворов сравнения строят градуировочный график, откладывая по оси абсцисс значения ЭДС, по оси ординат значения pC_{Cl} равные 4, 3, и 2 (соответствующие концентрации раствора KCl 0,0001, 0,001, 0,01 моль/дм^3). По нему определяют pC_{Cl} анализируемых вытяжек. Массовую долю хлорида в грунте при использовании объемно-весового метода приготовления водной вытяжки (гл. 1.2.1) при отношении грунта и воды 1:5 определяют по величине pC_{Cl}, используя таблицу 1 приложения 3, результат выражают в миллионных долях (млн$^{-1}$) или мг/кг. Если водная вытяжка готовилась при соотношении грунта и воды 1:10 значение умножается на 2.

Массовую долю хлорида в грунте при использовании объемного метода приготовления водной вытяжки (гл. 1.2.2) определяют по величине pC_{Cl}, используя таблицу 2 приложения 3, результат выражают в мг/дм^3.

1.11. Пламенно-фотометрическое определение содержания в тепличных грунтах водорастворимого натрия

Пламенно-фотометрическое определение натрия в водной вытяжке проводится при агрохимическом обследовании тепличных грунтов с целью контроля над солевым режимом. Метод основан на измерении интенсивности излучения атомов натрия с помощью пламенного фотометра.

Подготовка к анализу. Для приготовления исходного раствора массовой концентрации натрия 2 г/дм^3 5,084±0,001 г хлористого натрия, прокаленного до постоянной массы при 500°С, помещают в мерную колбу на 1 дм^3, растворяют

в воде и доводят объем до метки, хранится не более 1 года. Из него готовят серию растворов сравнения. Для этого в мерные колбы на 100 см^3 берут объемы исходного раствора:

Количество исходного раствора, см^3	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0
Соответствует содержанию в грунте натрия (в мг/кг или млн$^{-1}$) при объемно-весовом (гл.1.2.1) методе приготовления водной вытяжки (при соотношении грунта и воды 1:5)	0	50	100	150	200	300	400	500

Содержимое мерных колб доводят до метки дистиллированной водой.

Проведение испытания. Полученные рабочие растворы используют для градуировки прибора и построения градуировочного графика, по которому определяется содержание в грунте натрия по результатам измерения интенсивности излучения фильтратов водных вытяжек. Содержание водорастворимого натрия выражается в мг/кг грунта или в массовой доле натрия - млн$^{-1}$. Если водная вытяжка готовится при соотношении грунта и воды 1:10 результаты умножаются на 2.

2. ОЦЕНКА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ТЕПЛИЧНЫХ ГРУНТОВ ЭЛЕМЕНТАМИ ПИТАНИЯ И ИХ КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПО ХИМИЧЕСКИМ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ СВОЙСТВАМ

При проведении основного и контрольного обследования тепличных грунтов оптимальное для овощных культур содержание элементов питания (в мг/кг) можно рассчитать по следующим формулам [2]:

$$K_2O = \frac{(2 \times X + 15) \times 20}{3}$$

$$N(NH_4^+ + NO_3^-) = \frac{(2 \times X + 15) \times 10}{3}$$

$$Mg = \frac{(2 \times X + 15) \times 20}{5}$$

где, X- содержание в тепличном грунте органического вещества (гл. 1.9).

Оптимальное содержание фосфора (P_2O_5) в тепличных грунтах в зависимости от содержания органического вещества принимается равным от 60 до 80 мг/кг.

По данных агрохимического анализа, проведенного с использованием объемно-весового метода получения водной вытяжки (гл. 1.2.1) можно оценить обеспеченность грунта элементами питания по следующей градации:

Обеспеченность:	Содержание элемента питания
Низкая	<1/3 от оптимального содержания
Умеренная	1/3-2/3 от оптимального содержания
Нормальная	2/3-1 от оптимального содержания
Повышенная	$1\text{-}1_{1/3}$ от оптимального содержания
Высокая	$>1_{1/3}$ от оптимального содержания

При использовании для агрохимического обследования грунтов объемного метода приготовления водной вытяжки (гл. 1.2.2) оценка

обеспеченности элементами питания может быть дана по таблице 1 приложения 4. Дозу удобрений можно рассчитать по разнице между содержанием элемента питания в почвогрунтах и его оптимальным содержанием [2], используя следующую формулу:

$Д_о=(Со-Сг)\cdot h\cdot 100/1000$

где, $Д_о$ - расчетная доза удобрения в г/м^2, обеспечивающее оптимальное содержание элемента питания в грунте;

Сг - содержание питательного элемента в грунте, в мг/дм^3;

Со - оптимальное (рекомендуемое) содержание элемента в грунте в мг/дм^3;

h - глубина грунта, в дм;

100 - пересчет 1 м^2 грунта глубиной h в дм^3;

1000 - пересчет из мг в г.

Расчёт общей потребности питательных веществ можно провести по выносу с запланированным урожаем или с учетом ежемесячного планового выноса с урожаем, а также с учетом коэффициентов использования вносимых удобрений. Коэффициент использования водорастворимых форм питательных веществ в грунте принимают за 100%. При этом может быть учтено количество удобрения необходимого для ликвидации дефицита элемента питания.

Используется следующее уравнение:

$Д=Д_у+Д_о$

где, $Д_о$ – расчетная доза удобрения в г/м^2, обеспечивающее достижение оптимального содержания элемента питания в грунте (расчет показателя представлен выше);

$Д_у$ – расчетная доза удобрения в г/м^2, обеспечивающее покрытие дефицита элемента питания в грунте за счет ежемесячного выноса с урожаем;

$Д_у=У\cdot К_у\cdot К_{уд}$

где, У – планируемый месячный урожай овощной культуры; кг/м^2;

$К_у$ – вынос элемента питания с 1 кг урожая, г/кг;

$К_{уд}$ - коэффициент использования элемента питания из вносимых

минеральных удобрений, %.

Азот и калий из минеральных удобрений овощными культурами используется на 75-85%, т.е. $К_{уд}$≈0,8, фосфор на 30-40 %, $К_{уд}$≈0,35 [1].

По данным [6] примерный вынос для овощных культур на 10 ц основной продукции (плодов) с учетом побочной составляет для томатов N - 3,2 кг, P_2O_5 - 1,1 кг, K_2O - 4,0 , для культуры огурца N - 2,8 кг, P_2O_5 - 1,4 кг, K_2O - 4,4.

Первое контрольное обследование грунта для определения дозы удобрений при подкормке проводят через 1 месяц после высадки рассады тепличных овощных культур. Подкормки начинают, как правило, для огурца через 4 недели, а для томата через 6 недель после посадки рассады.

Расчетные дозы удобрений по данным основного агрохимического обследования тепличных грунтов вносят перед посадкой в сухом виде под фрезерную основную обработку, в подкормках, обычно, совместно с поливной водой при дождевании. Для предотвращения поражения растений расчетную дозу при подкормках вносят дробно, но концентрация минеральных удобрений в поливной воде не должна превышать 24,5-49,0 кПа (0,25-0,5 ат) осмотического давления [1]. Если она выше 49,0 кПа, после подкормки необходим полив чистой водой, чтобы смыть с листьев остатки удобрений. Более высокая концентрация раствора (или отсутствие полива чистой водой) может вызвать ожог листьев. Необходимо помнить - необоснованное увеличение нормы полива приводит к переувлажнению, как следствие, оказывается негативное воздействие на овощные растения. В любом случае, доза азотных удобрений, внесенных одноразово на 1 $м^2$, не должна превышать 20 г д.в. азота. Интервалы между подкормками обычно составляют 7-10 дней. Если грунты содержат повышенное количество легкорастворимых солей, то во время минеральных подкормок дают более частые, но менее концентрированные растворы удобрений. Применяемые в защищенном грунте удобрения должны быть безбалластными, высококонцентрированными и, при проведении подкормок, хорошо растворимыми в воде. Из простых удобрений лучше использовать аммиачную, калийную или кальциевую селитру, мочевину,

сернокислый калий, монокалийфосфат, сульфат магния, магниевую селитру. Эффективно применение сложных удобрений – аммофоса, диаммофоса, нитроаммофоски, нитрофоски, азофоски. При внесении сложных удобрений обеспечивается сбалансированное поступление в растения различных элементов питания. Сложные удобрения оказывают слабое влияние на pH почвогрунтов и содержат минимум балластных веществ.

Оценка содержания органического вещества в тепличных грунтах проводится в ходе основного агрохимического обследования (таблица 1 приложение 1). При низком содержании органического вещества рекомендуется применение под основную обработку более высоких доз органических удобрений. При необходимости проводится внесение перед основной обработкой в состав грунта торфа или сапропелей.

Контроль за состоянием pH почвогрунтов проводится в течение всей вегетации овощных культур. В таблице 1 приложения 1 дана оценка реакции среды грунтов по результатам определения $pH_{водн}$. При незначительных отклонениях значения $pH_{водн}$ от нормальной реакции, ситуацию можно исправить подбором физиологически кислых или щелочных удобрений. При сильных отклонениях необходимо применение химических мелиорантов - известковой муки, гипса и др. Для расчета доз известковых удобрений необходимы данные по гидролитической кислотности грунта.

Необходим также постоянный контроль засоления грунта. Как основной критерий засоленности используют общее содержание солей, которое определяется по удельной электропроводности водной вытяжки (гл. 1.8). В таблице 1 приложения 1 приводится оценка грунтов по удельной электропроводности водной вытяжки. Информативным для оценки засоленности грунта являются тип засоления, который ориентировочно можно определить по содержанию водорастворимого натрия (гл. 1.11), хлорид-иона (гл. 1.10), а также водорастворимых кальция и магния (п. 1.6.).

Наиболее эффективный способ борьбы с засолением - промывка грунтов. Приблизительно норму промывной воды можно рассчитать по формуле Л. П.

Розова [1]:

$M=P–m+n·P$,

Где, M - норма промывной воды, $м^3$/га;

P - запас воды в грунте при влажности, равной фактической наименьшей влагоемкости, в $м^3$/га,

m - запас воды в грунте перед промывкой, $м^3$/га,

n - числовой коэффициент, зависящий от степени и характера засоления, гранулометрического состава грунта (для тепличных грунтов его ориентировочно принимают равным 0,25-0,50, расход воды при этом составляет 1500-2500 $м^3$/га).

3. АНАЛИЗ ТОРФОВ

Требования к качеству торфа, используемого для составления питательных грунтов в тепличных хозяйствах, цветоводстве и ландшафтном дизайне определяется государственным стандартом (ГОСТ Р 52067-2003). Обычно используются торфа, добываемые из залежей верхового или переходного типов болот, со степенью разложения торфа не более 25 %.

В некоторых случаях допускается использование верхового и переходного типов торфов со степенью разложения до 30 %, а также низинного типа со степенью разложения до 20 %. Также предъявляются требования к содержанию влаги (не более 50-60%), зольности (не больше 20%). Содержание подвижных форм железа (Fe_2O_3) в торфе не должно превышать 1,0 %, хлор-аниона (Cl^-) – не более 0,1 % в пересчете на сухой торф. Кислотность солевой суспензии (pH_{KCl}) торфа должна быть в пределах от 2,5 до 6,0.

3.1. Отбор и подготовка проб торфов к анализу

Отбор проб из торфяных залежей при разведке торфяных месторождений. При отборе проб используется торфоразведочный бур типа ТБГ-66 или аналогичный с пробоотборочным челноком типа ТБ-5, длиной 0,5 м (рис.3). При отборе проб проводится вдавливание бура на требуемую глубину в залежь.

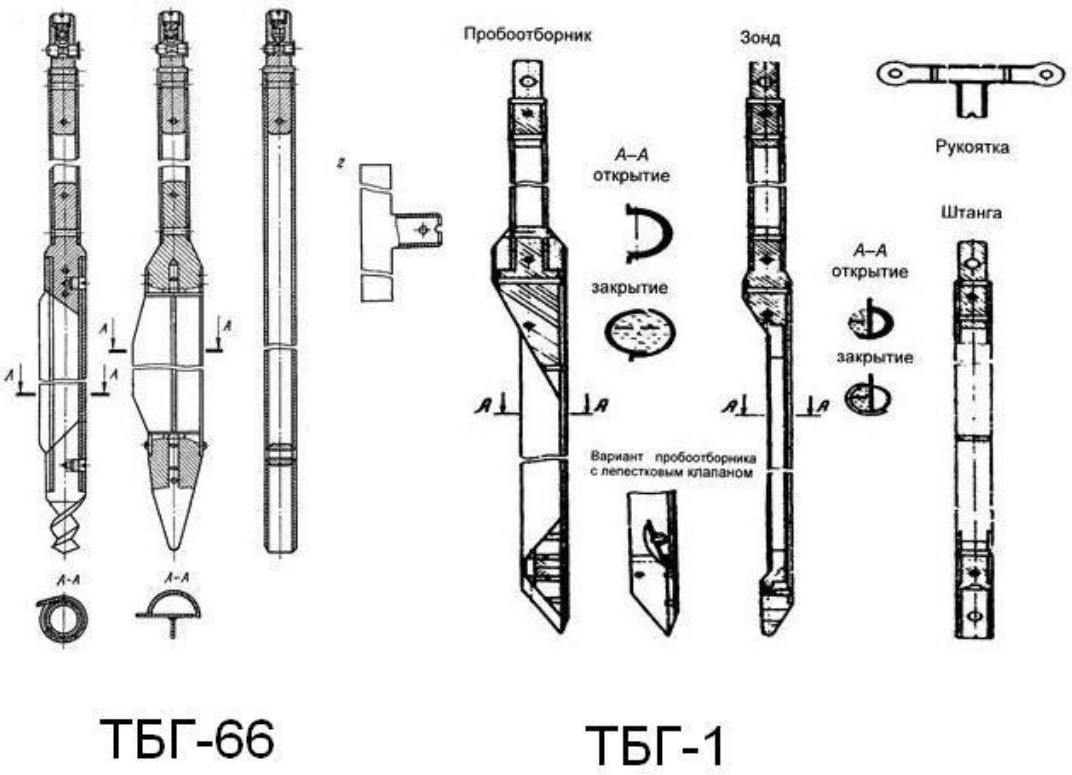

Рис. 3. Торфоразведочные буры, используемые для обследования залежей торфов и сапропелей

Вдавливание проводится с закрытым пробоотборником, который открывается только перед слоем отбора проб и уже в открытом состоянии задавливается в изучаемый слой на глубину 0,5 м. Затем производится поворот бура на требуемой глубине на 180^0 по часовой стрелке и его подъем из залежи на поверхность. Бур приводят в горизонтальное положение, открывают, разделяют содержимое челнока на две равные части по 0,25 м и переносят каждую часть отдельно в тару для переноски образцов.

Пробы отбирают из скважин, расположенных вокруг пункта отбора в радиусе не более 2 м. Отбор производят послойно (по 0,25 м) на всю глубину торфяной залежи (или донных отложений) до минерального материала. Из верхнего 0,25 м слоя пробу торфа отбирают в том случае, если слой очеса (растительного войлока) меньше 0,15 м. При этом очесный слой из челнока бура удаляют.

Отбор проб добытого торфа и готовых торфяных удобрений. Методы отбора проб торфа и их предварительная обработка для лабораторных

испытаний регламентируются стандартом - ГОСТ 5396-77. Отбор и обработку проб производят механизированным способом или вручную. Точечные пробы должны отбираться равномерно по всей опробуемой партии. Масса и количество точечных проб определяется стандартом - ГОСТ 13674-78.

Обработка проб. Обработка отобранных проб из продукции, предназначенной для сельского хозяйства и добываемой на отдаленных участках, допускается через 24 ч после проведения отбора. Пробу торфа измельчают до размеров частиц менее 3 мм, сокращают до массы лабораторного образца, не менее 0,5 кг. Часть лабораторной пробы используется для анализов в состоянии исходной влажности, часть высушивается. Для высушивания, торф помешают в сушильный шкаф и выдерживают при температуре 50°С в течение 6 ч, перемешивая каждые 1,5-2 ч.

3.2. Оценка степени разложения торфа

Степень разложения торфа это процентное содержание в нем бесструктурной массы, включающей наряду с гуминовыми веществами, мелкие частицы негумифицированных растительных остатков, утративших анатомическое строение (детрит). При производственной оценке качества торфа необходимо соблюдение соответствующего государственного стандарта (ГОСТ 10650-2013), который допускает использование метода центрифугирования, микроскопического метода и сокращенного ситового метода. Последний метод является наиболее простым и не требует специального оборудования.

Подготовка пробы для ситового анализа. Из пробы сырого торфа берут навеску массой 15 г, помещают её в стеклянный стакан вместимостью 200-250 см^3, заливают 150-200 см^3 дистиллированной воды и оставляют замачиваться в течение суток. В параллельно взятой навеске определяется содержание сухого вещества (см. гл. 3.2). Перед началом анализа содержимое стакана переносят в колбу вместимостью 800-1000 см^3, затем пробу торфа заливают до половины объема дистиллированной водой. Колбу закрывают резиновой пробкой и

встряхивают вручную в течение 3 мин (при использовании ротатора 10 мин) до получения однородной суспензии.

Проведение испытания. Полученную суспензию пропускают через сито диаметром ячеек 0,25 мм. Остаток промывают вертикальными колебательными движениями в течение 6-10 мин в емкости с водопроводной водой, заменяя воду с периодичностью в 1 мин и сливая промывные воды до отсутствия в них мути. Остаток на сите промывают дополнительно в другой емкости с дистиллированной водой, затем переносят в чашку Петри. Выпаривают влагу и сушат содержимое чашек Петри при 145-150°С. Показатель содержания фракций размером менее 0,25 мм (Р %) рассчитывают с учетом содержания сухого вещества по формуле:

$$\text{P}\,\% = \frac{(m_C - m_O)\times 100}{m_C}$$

где m_c - масса сухого вещества в навеске торфа, г;

m_o - масса сухого вещества в остатке на сите, г

Массу сухого вещества в навеске сырого торфа рассчитывают по формуле:

$$\text{m}_\text{c} = \frac{m_B \times (100 - W)}{100}$$

где W - массовая доля влаги в торфе (гл. 3.2), %;

m_B - масса навески сырого торфа, г;

Степень разложения торфа, в % находят по таблице 2 приложения 4. Классификация торфов по степени разложения приведена в таблице 3 приложения 4.

3.3. Определение в торфе содержания влаги

Из пробы сырого торфа берут навеску 5-10 г (±0,01 г) (в зависимости от степени его разложения) в предварительно взвешенные бюксы. Бюксы с пробой помещают в сушильный шкаф нагретый до 105-110°С на 2,5-4 ч. Затем бюксы вынимают из шкафа, накрывают крышками, охлаждают на керамической

плитке, асбестовом или металлическом листе до комнатной температуры и взвешивают. После чего проводят контрольное подсушивание в течение 30 мин и определяют потерю массы, если она не превышает 0,01 г испытание можно считать оконченным. При потере массы более 0,01 г производят последующие контрольные подсушивания, каждое в течение 30 мин, до тех пор, пока разность в массе при двух последовательных взвешиваниях не будет превышать 0,01 г.

Массовую долю влаги (W%) рассчитывают по формуле:

$$W\% = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m_1 - m_O}$$

где m_1 - масса бюкса пробой до высушивания, г;

m_2 - масса бюкса с пробой после высушивания, г;

m_0 - масса бюкса без пробы, г;

3.4. Определение в торфе подвижных форм железа

Сущность метода заключается в извлечении подвижных соединений двух- и трехвалентного железа из торфа раствором соляной кислоты с концентрацией 0,2 моль/дм^3 и последующим определением в вытяжке содержания железа фотоколориметрически с помощью роданида калия (или аммония).

Подготовка к анализу. Приготовление основного образцового раствора соли Мора $FeS0_4$ $(NH_4)_2S0_4$ $6H_20$ массовой концентрации 0,1 мг/см^3. Навеску соли Мора массой 0,7022±0,0002 г растворяют в 500-600 см^3 дистиллированной воды в мерной колбе вместимостью 1 дм^3, подкисляют 1 см^3 концентрированной серной кислоты и переводят закисную форму железа в окисную добавлением раствора марганцовокислого калия (до появления слабо-розовой окраски при добавлении одной капли раствора перманганата калия), после чего доливают дистиллированной водой до метки. Раствор содержит 0.1 мг железа (Fe) в 1 см^3 (т.е. 0,143 мг Fe_2O_3). Допускается приготовление раствора из стандарт-титра.

Приготовление рабочего образцового раствора соли Мора массовой концентрации 0,01 мг/см^3. Из основного образцового раствора отбирают пипеткой 100 см^3 и разбавляют дистиллированной водой в мерной колбе до 1 дм^3. В 1 см^3 рабочего раствора содержится 0,01 мг железа (т.е. 0,0143 мг Fe_2O_3).

Приготовление шкалы рабочих образцовых растворов и построение градуировочного графика. В мерные колбы вместимостью 100 см^3 наливают из бюретки следующие объемы рабочего образцового раствора:

Количество рабочего образцового раствора, *см^3*	0	1	2	4	8	16	24	32
Содержание железа (Fe) в 100 см^3 эталонного раствора, мг	0	0,01	0,02	0,04	0,08	0,16	0,24	0,32

Мерные колбы доливают дистиллированной водой примерно до 80 см^3, прибавляют 5 см^3 разбавленной азотной кислоты, 5 см^3 роданистого калия, доводят водой до метки и тщательно перемешивают. Колориметрирование производят сразу же после перемешивания и заканчивают в течение 15 - 30 мин. Измерение оптической плотности растворов проводят при длине волны 400 - 440 нм в кюветах с толщиной поглощающего слоя 10-20 мм. Строят градуировочный график, откладывая по оси абсцисс значения массы железа в миллиграммах, по оси ординат - соответствующие значение оптической плотности.

Проведение испытания. Навеску сырого торфа массой 5,00±0,01 г переносят в колбу вместимостью 500 см^3 и приливают 250 см^3 раствора соляной кислоты концентрации 0,2 моль/дм^3. Содержимое колбы перемешивают и оставляют на 18 - 20 часов. Суспензию торфа отфильтровывают через беззольный фильтр, пипеткой отбирают 1 - 5 см^3 фильтрата, переносят в мерную колбу на 100 см^3, добавляют 5 см^3 раствора азотной кислоты, перемешивают и по каплям добавляют раствор марганцовокислого калия с массовой долей 0,3 % до образования неисчезающей слабо-розовой окраски. Раствор разбавляют дистиллированной водой до 80 - 90 см^3, добавляют 5 см^3 роданистого калия, доводят дистиллированной водой до метки, перемешивают и определяют оптическую

плотность. При получении интенсивной окраски раствора необходимо определение железа повторить, предварительно разбавив испытуемый раствор в 2 - 5 раз дистиллированной водой. По измеренному значению оптической плотности раствора по градуировочному графику находят массовую долю железа (Fe) в миллиграммах в растворе.

Обработка результатов. Содержание подвижных форм железа (Fe_2O_3) X в мг на 100 г торфа при натуральной влажности вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m \times 250 \times K \times 1{,}43 \times 100}{V \times m_1}$$

где m – массовая доля Fe, соответствующая на градуировочном графике отсчету на фотоэлектроколориметре, мг;

250 - объем раствора соляной кислоты концентрации 0,2 моль/дм^3, приливаемой к исследуемой навеске, см^3;

K - поправка на разбавление (при необходимости разбавления);

1,43 - коэффициент перевода содержания Fe в Fe_2O_3;

V - объем вытяжки, взятый на определение, см^3;

m_1 - масса навески торфа, г.

Массовая доля подвижных форм железа Fe_2O_3 X_1 % в пересчете на сухой торф вычисляют из рассчитанного значения X по формуле:

$$X_1 = \frac{X \times 100 \times 100}{(100 - W) \times 1000}$$

где W - массовая доля влаги в торфе (гл. 3.2), %.

Реактивы: 1) Раствор роданистого калия (KCNS) (или роданистого аммония NH_4CHS) с массовой долей 10 %. Навеску массой 100,0±0,1 г калия роданистого (или аммония роданистого) растворяют в 900 см^3 дистиллированной воды.

2) Разбавленный раствор азотной кислоты (HNO_3) 30 см^3 концентрированной азотной кислоты плотностью 1,4 г/см^3 вносят в мерную колбу вместимостью 100 см^3, содержащую 50- 60 см^3 дистиллированной воды, и доводят объем до метки водой.

3) Раствор калия марганцовокислого с массовой долей 0,3 %. Раствор готовится из стандарт-титра. При отсутствии стандарт-титра 3 г калия марганцовокислого растворяют в 1 дм^3 прокипяченной и охлажденной дистиллированной воды. Раствор выдерживают 2 недели.

3.5. Определение зольности торфа

Метод основан на озоление образцов торфа при температуре (800±25)°С.

Подготовка к анализу. Фарфоровые тигли прокаливают при температуре 800±25°С и доводят до постоянного веса (m_0).

Проведение испытания. В предварительно прокаленные и взвешенные тигли берут навеску сухого торфа (6-8 г в зависимости от степени его разложения). Тигли с навесками помещают в холодную или нагретую до 200-250°С муфельную печь и постепенно (в течение 1 ч) доводят до температуры 800±25°С. Образовавшийся зольный остаток прокаливают в течение 2 ч при той же температуре 800±25°С. Тигли с зольным остатком вынимают, охлаждают на воздухе в течение 5 мин, а затем выдерживают в эксикаторе с поглотителем воды и взвешивают. Для контроля тигли с зольным остатком прокаливают еще в течение 40 мин при 800±25°С. Если изменение массы в сторону уменьшения или увеличения будет менее 0,005 г, то испытание заканчивают. При изменении массы на 0,005 г и более тигли с зольным остатком дополнительно прокаливают (каждое в течение 40 мин) до тех пор, пока разность в массе при двух последовательных взвешиваниях будет менее 0,005 г.

Зольность лабораторной пробы торфа (А%) вычисляют по формуле:

$$A\% = \frac{(m_1 - m_0)}{m_2 - m_0} \times 100$$

где m_1 - масса тигля с зольным остатком после прокаливания, г;

m_2 – масса тигля с навеской сухого органического удобрения до прокаливания, г;

m_0 - масса пустого тигля, г;

3.6. Определение обменной кислотности торфа

Подготовка к анализу. Приготовление раствора хлористого калия концентрации с (КС1) = 1 моль/дм^3 (pH 5,5-6,0). В мерную колбу вместимостью 1 дм^3 помещают 74,56±0,01 г хлористого калия, добавляют 500-600 см^3 дистиллированной воды и встряхивают до полного растворения соли, после чего объем раствора доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Измеряют pH приготовленного раствора на pH-метре. Градуировка pH-метра проводится аналогично представленному описанию в главе 1.7. Если pH раствора ниже 5,5, то добавляют по каплям раствор гидроокиси калия или гидроокиси натрия с массовой долей 10% до получения необходимой величины pH. Если pH раствора выше 6,0, то добавляют 10% раствор соляной кислоты.

Проведение испытания. Навеска сухого торфа 5±0,01 г помещают в стеклянный стакан вместимостью 100 см^3 и добавляют 50 см^3 раствора хлористого калия концентрации 1 моль/дм^3. После тщательного перемешивания суспензии стеклянной палочкой тигель или стакан накрывают стеклом и оставляют на 4-5 ч. Сухой торф, не смочившийся в течение 5 ч, выдерживают до полного смачивания, периодически помешивая стеклянной палочкой. Значение pH замеряют в суспензии после прекращения тренда прибора через 2-3 мин. Значение кислотности фиксируют на приборе с точностью до 0,02 pH. Окончательные результаты испытания пробы округляют до десятых долей pH.

Для контроля результатов значение кислотности в каждой пробе определяют параллельно в двух навесках. За результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух определений в пределах допускаемых расхождений (< 0,1 ед. pH). При получении результатов с расхождениями более допускаемой величины проводят третье определение pH.

3.7. Определение содержания в торфе хлорид-иона

Содержание хлорид-иона определяется в водной вытяжке из торфа титрованием азотнокислым серебром.

Проведение испытания. Навеску сырого или сухого торфа массой 5,00±0,01 г помещают в колбу вместимостью 500 см^3, приливают 250 см^3 дистиллированной воды, перемешивают и оставляют на 18 - 20 ч. Суспензию фильтруют, из фильтрата отбирают 50-100 см^3 раствора, переносят в коническую колбу вместимостью 250 см^3, прибавляют 1 см^3 10 % раствора хромовокислого калия и титруют раствором азотнокислого серебра концентрации 0,01 моль/дм^3 до изменения желтой окраски в красновато-бурую.

Обработка результатов. Содержание хлорид-иона (X) в мг/100 г в торфе при натуральной влажности (или на 100 г сухого торфа, если отбиралась навеска сухого торфа) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V \times 250 \times K \times 0{,}0003546 \times 100}{V_1 \times m_1}$$

где V - объем раствора азотнокислого серебра, израсходованный на титрование анализируемой пробы, см^3;

K - коэффициент молярности раствора азотнокислого серебра;

250 - объем дистиллированной воды, приливаемый к навеске исследуемого материала, см^3;

0,0003546 - масса хлор-ионов $C1^-$, соответствующая 1 см^3 раствора азотнокислого серебра с точной концентрацией - 0,01 моль/дм^3, г;

V_1 - объем вытяжки, взятый на титрование, см^3;

m - масса навески торфа или торфяной продукции, г.

Содержание хлорид-иона (X_1 %) в массовой доле сухого торфа получают из рассчитанного значения содержания хлорид-иона в мг/100 г торфа при натуральной влажности (X) по формуле:

$$X_1\% = \frac{X \times 100 \times 100}{(100 - W) \times 1000}$$

где W - массовая доля влаги в торфе (гл. 3.2), %.

Реактивы: 1) Раствор натрия хлористого (NaCl) точной концентрации - 0,01 моль/дм^3 готовится из стандарт-титра, при его отсутствии из соли. Для этого навеску хлористого натрия массой 0,5844 г, предварительно

высушенного до постоянной массы при температуре 105°С, растворяют в дистиллированной воде, переносят в мерную колбу вместимостью 1 дм^3 и доводят объем до метки дистиллированной водой.

2) Раствор хромовокислого калия (K_2CrO_4) с массовой долей 10 %. Навеску хромовокислого калия массой 10,0±0,1 г растворяют в 90 см^3 дистиллированной воды.

3) Раствора азотнокислого серебра ($AgNO_3$) концентрации 0,01 моль/дм^3. Навеску азотнокислого серебра массой 1,70±0,01 г растворяют в дистиллированной воде, переносят в мерную колбу вместимостью 1 дм^3 и доводят объем до метки.

Концентрацию раствора азотнокислого серебра уточняют по раствору хлористого натрия с точной концентрацией 0,01 моль/дм^3. Отбирают 50 см^3 раствора хлористого натрия концентрации 0,01 моль/дм^3, прибавляют 1 см^3 10% раствора хромовокислого калия и титруют раствором азотнокислого серебра, сильно взбалтывая жидкость в колбе после добавления каждой последующей капли. С момента начала коагуляции осадка хлорида серебра, перед точкой эквивалентности титрование замедляют, а затем продолжают до перехода желтой окраски раствора в красновато-бурую.

Коэффициент молярности (К) раствора азотнокислого серебра вычисляют по формуле

$$K = \frac{V}{V_1}$$

где, V - объем раствора хлористого натрия концентрации 0,01 моль/дм^3, взятый для титрования, см^3;

V_1 - объем раствора азотнокислого серебра, израсходованный на титрование, см^3.

Концентрацию раствора азотнокислого серебра проверяют не реже 1 раза в 3 месяца. Приготовленный раствор азотнокислого серебра хранят в склянках из темного стекла в темном месте.

4. АНАЛИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Органические удобрения, используемые в сельскохозяйственном производстве, бывают двух типов: 1) произведенные на основе органогенных отходов растениеводства и предприятий, перерабатывающих растениеводческую продукцию, и 2) полученные из отходов животноводства. Последние имеют более высокое качество и более широко используются как компоненты тепличных грунтов. К ним относят продукцию, полученную на основе органических отходов животного происхождения (навоз, помет) с применением (или без) влагопоглощающих материалов растительного происхождения (торф, солома, опилки, кора, стружка и пр.). Технические требования к данному типу органических удобрений регламентируется государственным стандартом (ГОСТ Р 53117-2008). Свойства органических удобрений особенно важны при составлении тепличных грунтов и представлены в таблицах 1 и 2 приложения 5.

4.1. Отбор проб твердых видов органических удобрений, приготовленных на основе отходов животноводства

Отбор проб органических удобрений регламентируется требованиями стандарта (ГОСТ Р 54519-2011). Точечные пробы твердых видов органических удобрений отбирают из верхнего, среднего и нижнего слоев из буртов. Предварительно по всей длине буртов намечают сечения, из которых планируется отбор проб. Глубина отбора проб из каждого слоя должна составлять не менее 20 см. Точечные пробы отбирают из пяти точек каждого слоя. Вес каждой точечной пробы должен составлять не менее 100 г. Из точечных проб составляют объединенную пробу, для составления которой все пробы высыпают на ровную поверхность, тщательно перемешивают и методом квартования сокращают до лабораторной пробы массой не менее 2 кг. Объединенные пробы доставляются в лабораторию в день отбора. Анализ проб удобрений в состоянии исходной влажности начинают в день доставки их в лабораторию. При необходимости пробы, предназначенные для химического

анализа, высушивают до воздушно-сухого состояния и в дальнейшем хранят в герметичной таре. Если возникает необходимость хранения лабораторных проб органических удобрений в исходной влажности более одного месяца применяют консервирующие средства установленные государственным стандартом (ГОСТ Р 54001).

4.2. Определение в органических удобрениях влаги и сухого остатка

Проведение испытания. Из пробы органического удобрения в бюксы и фарфоровые чашки после тщательного перемешивания отбирают навески не менее чем из пяти точек отбора. Навески должны иметь массу - 15-20 г (±0,1 г) для определения массовой доли влаги и 150 - 200 г (±0,1 г) для определения массовой доли сухого остатка. Бюксы и фарфоровые чашки предварительно доводят в сушильном шкафу при температуре 105–110°С до постоянной массы (m_0).

Для определения массовой доли влаги бюкс с навеской ставят в сушильный шкаф, предварительно нагретый до 105 - 110°С и высушивают в течение 5 ч, затем охлаждают на воздухе в течение 30 мин и взвешивают. Каждое последующее взвешивание проводят после высушивания в течение 30 мин и охлаждения на воздухе в течение 30 мин. Анализ считается законченным, если разность результатов двух последующих взвешиваний (m_3) не превышает 0,1 г.

При определении массовой доли сухого остатка навеску органического удобрения в фарфоровой чашке помещают на водяную баню и выпаривают досуха при периодическом помешивании стеклянной палочкой. Затем переносят в предварительно нагретый сушильный шкаф и высушивают при 105 - 110°С и доводят до постоянной массы. Первое взвешивание проводят через 1 ч, повторное через 30 мин. Каждый раз перед взвешиванием чашу с навеской охлаждают на воздухе в течение 30 мин. Анализ считается законченным, если разность результатов двух последующих взвешиваний (m_2) не превышает 0,1 г.

Массовую долю сухого остатка (X%) вычисляют по формуле

$$X\% = \frac{(m_2 - m_0) \times 100}{m_1 - m_0} \quad (1)$$

где m_1 - масса фарфоровой чашки с пробой до высушивания, г;

m_2 - масса фарфоровой чашки с пробой после высушивания, г;

m_0 - масса фарфоровой чашки без пробы, г;

Массовую долю влаги (W%) по формуле (2) или (3):

$$W\% = 100 - X\% \quad (2)$$

$$W\% = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{m_1 - m_0} \quad (3)$$

где m_1 - масса бюкса пробой до высушивания, г;

m_2 - масса бюкса с пробой после высушивания, г;

m_0 - масса бюкса без пробы, г;

4.3. Определение в органических удобрениях содержания органического вещества

Согласно стандарту (ГОСТ 27980-88) предусматривается возможность использования трех различных методов определения в органических удобрениях содержания органического вещества - термогравиметрического, инфракрасного и оксидиметрического. Все три метода имеют одинаковые показатели суммарной погрешности, но наиболее простым в исполнении является термогравиметрический метод, который основан на прокаливании образцов при температуре 800°С и дальнейшей оценки потери при прокаливании.

Подготовка к анализу. Фарфоровые тигли прокаливают при 800°С и доводят до постоянного веса (m_0).

Проведение испытания. Для определения массовой доли органического вещества используют сухой остаток навески после определения массовой доли влаги (гл. 4.2). Из образца сухого остатка с изначальным весом 150 - 200 г после тщательного перемешивания отбирают не менее чем из пяти точек

навеску (3 г) для анализа. Взвешивание проводят с погрешностью не более 0,001 г.

Фарфоровые тигли с навесками помещают в холодную муфельную печь, постепенно доводят температуру печи до 800°С и прокаливают в течение 2 ч. Тигли с озоленным остатком охлаждают в открытой выключенной печи, а затем в эксикаторе с поглотителем воды в течение 30 мин, после чего взвешивают с погрешностью не более 0,001 г. Каждое последующее взвешивание проводят после дополнительного озоления в течение 1 ч и охлаждения в течение 30 мин. Анализ считается законченным, если расхождение между результатами двух последующих взвешиваний не превышает 0,01 г.

Массовую долю органического вещества в пересчете на углерод (Х%) вычисляют по формуле

$$X\% = \frac{(m_2 - m_1)}{m_2 - m_0} \times 100 \times 0{,}5$$

где m_1 - масса тигля с зольным остатком после прокаливания, г;

m_2 – масса тигля с навеской сухого органического удобрения до прокаливания, г;

m_0 - масса пустого тигля, г;

0,5 —коэффициент для пересчета на углерод.

4.4. Определение pH солевой вытяжки органических удобрений

Подготовка к анализу. Приготовление раствора хлористого калия концентрации 1 моль/дм^3 (pH 5,5-6,0) проводится также как в гл. 3.5. Градуировка pH-метра (если это необходимо) проводится аналогично представленному описанию в главе 1.7.

Проведение испытания. Навеску удобрения помещают в химический стакан вместимостью 100 см^3 и приливают 50 см^3 раствора хлористого калия концентрации 1 моль/дм^3. После тщательного перемешивания суспензии

стеклянной палочкой в течение 1-1,5 мин химические стаканы накрывают стеклом и оставляют:

- суспензию, приготовленную из удобрения с содержанием влаги менее 70%, на 4-5 ч до полного смачивания, периодически помешивая стеклянной палочкой;

- суспензию, приготовленную из удобрения с содержанием влаги более 70%, на 15 мин.

По истечении указанного времени суспензию вновь перемешивают и погружают в нее электроды прибора. Показания считывают через 3-5 мин после прекращения дрейфа прибора. Для ускорения установления разности потенциалов допускается перемешивание анализируемой суспензии после погружения в нее электродов. Значение pH фиксируют с точностью 0,05 ед.

4.5. Определение в органических удобрениях содержания общего азота

Определение основано на минерализации органического удобрения при нагревании с концентрированной серной кислотой в присутствии пероксида водорода, смешанного катализатора или в растворе фенола в серной кислоте. Разложение органических удобрений в присутствии пероксида водорода занимает существенно меньше времени, чем другие методы раскрытия образца. Содержание азота определяется после минерализации отгонкой аммиака в раствор борной кислоты и титрованием серной кислотой или фотометрически. Для определения общего азота в органических удобрениях можно использовать различные виды автоматических и полуавтоматических лабораторных анализаторов азота по Кьельдалю, что в значительной степени ускоряет и облегчает проведение анализа.

4.5.1. Приготовление минерализата

Проведение испытания. Для определения общего азота можно использовать сухой остаток навески органического удобрения после определения содержания влаги. Из сухого остатка после его тщательного

перемешивания отбирают не менее чем из пяти точек навеску 1,0±0,001 г. Если анализ проводят через 12 ч и более, после определения массовой доли влаги, сухой остаток навески подсушивают в сушильном шкафу в течение 1 ч при 100-105°С. При использовании для анализа органического удобрения с исходной влажностью отбирается навеска в 20±0,1 г.

Навеску сухого удобрения помещают в колбу Кьельдаля, добавляют 20 $см^3$ концентрированной серной кислоты и 3 $см^3$ раствора пероксида водорода с массовой долей 30%. Содержимое колбы тщательно перемешивают легкими круговыми движениями, обеспечивая полное смачивание навески, и оставляют на 12-15 ч. Затем колбу добавляют еще 3-5 $см^3$ перекиси водорода и помешают в вытяжной шкаф на колбонагреватель на газовую горелку. Колба Кьельдаля должна иметь наклон 35° к вертикали. В отверстие колбы помещают специальную стеклянную каплевидную негерметичную пробку или стеклянную воронку и осторожно нагревают, избегая бурного вскипания.

При анализе органического удобрения с исходной влажностью отбирается навеска, помещается в колбу Кьельдаля, добавляется 40 $см^3$ концентрированной серной кислоты и 0,5 г смешанного катализатора. Кипячение проводят до полного обесцвечивания растворов. После охлаждения полученные минерализаты из колбы Кьельдаля количественно переносят в мерную колбу на 250 $см^3$, предварительно налив в нее 25-30 $см^3$ дистиллированной воды. После полного охлаждения нагревшегося раствора колба доводится до метки дистиллированной водой.

4.5.2. Определение в минерализате из органических удобрений содержания аммония отгонкой

Проведение испытания. Отгонку аммиака проводят на специальных установках или приборах (Серенева, и др.). При использовании установки в отгонную колбу помешают 35-50 $см^3$ минерализата, в приемник - 30-40 $см^3$ раствора борной кислоты массовой долей 4% и прибавляют 3-5 капель смешанного индикатора. Приемник подставляют под холодильник так, чтобы

барботер холодильника был полностью погружен в раствор борной кислоты. В отгонную колбу через воронку осторожно добавляют 25-30 см^3 раствора гидрата окиси натрия массовой долей 40%. Воронку ополаскивают дистиллированной водой с таким расчетом, чтобы объем жидкости в реакционной колбе составил 100-150 см^3, начинают нагрев и доводят раствор до кипения. Отгонку ведут до тех пор, пока не перегонится 2/3 объема жидкости. Полноту отгонки контролируют пробой конденсата с реактивом Несслера или по индикаторной бумаге (pH дистиллята должен составлять 6-7 ед.). Содержимое приемника титруют раствором серной кислоты молярной концентрации 0,05 моль/дм^3 до перехода зеленой окраски в малиновую. Одновременно по той же схеме проводят холостой анализ без пробы удобрения.

Массовую долю общего азота (X%) в удобрении с исходной влажностью вычисляют по формуле:

$$X\% = \frac{0{,}0014 \times (V_1 - V_0) \times 250 \times 100}{V_2 \times m}$$

где 0,0014 - масса азота, соответствующая 1 см^3 раствора серной кислоты молярной концентрации 0,05 моль/дм^3, израсходованной на титрование анализируемого раствора, г;

V_1 - объем раствора серной кислоты молярной концентрации 0,05 моль/дм^3, израсходованный на титрование анализируемого раствора, см^3;

V_0 - объем раствора серной кислоты молярной концентрации 0,05 моль/дм^3, израсходованный на титрование в холостом опыте, см^3;

250 - объем исходного раствора, см^3;

V_2 - объем анализируемого раствора, взятый для отгонки, см^3;

m - масса навески, г.

При необходимости пересчета содержания общего азота на сухое вещество удобрения ($X_1\%$) можно использовать формулу:

$$X_1\% = \frac{X\% \times 100}{100 - W}$$

где W - массовая доля влаги в органическом удобрении (гл. 4.1), %.

Массовую долю общего азота (X%) при анализе сухого образца удобрения вычисляют по формуле:

$$X\% = \frac{0{,}0014 \times (V_1 - V_0) \times 250 \times 100}{V_2 \times m} + X\%_{АММ}$$

где 0,0014 —масса азота, соответствующая 1 см^3 раствора серной кислоты молярной концентрации 0,05 моль/дм^3, израсходованной на титрование анализируемого раствора, г;

V_1 - объем раствора серной кислоты молярной концентрации 0,05 моль/дм^3, израсходованный на титрование анализируемого раствора, см^3;

V_0 - объем раствора серной кислоты молярной концентрации 0,05 моль/дм^3, израсходованный на титрование в холостом опыте, см^3;

250 - объем исходного раствора, см^3;

V_2 - объем анализируемого раствора, взятый для отгонки, см^3;

m - масса навески, г.

$X\%_{АММ}$ – массовая доля аммонийного азота, рассчитанная на сухой продукт (см. гл. 4.4.), %.

Реактивы: 1) Смешанный катализатор 100,0 г сернокислой меди и 3,0 г металлического селена смешивают и тщательно растирают в фарфоровой ступке.

2) Раствор борной кислоты с массовой долей 4%. 40,0 г борной кислоты растворяют при нагревании в 200 см^3 дистиллированной воды в мерной колбе вместимостью 1 дм^3. После охлаждения объем раствора доводят до метки дистиллированной водой.

3) Раствор гидрата окиси натрия массовой долей 40%. 400,0 г гидрата окиси натрия помешают в фарфоровый стакан вместимостью 1 дм^3 и приливают 600 см^3 дистиллированной воды при постоянном помешивании стеклянной палочкой. Перемешивание раствора ведут до тех пор, пока гидрат окиси натрия не растворится полностью. После охлаждения раствор помешают в полиэтиленовый флакон и закрывают полиэтиленовой пробкой.

4.5.3. Фотометрическое определение содержания аммония в минерализате из органических удобрений

Подготовка к работе. Приготовление основного образцового раствора. Навеску хлористого аммония (1,910 г), предварительно высушенного до постоянной массы при 100-105°С, растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе вместимостью 1 дм^3 и доводят объем дистиллятом до метки. Полученный раствор содержит 0,5 мг азота в 1 см^3. Для приготовления растворов сравнения в мерные колбы вместимостью 100 см^3 помещают следующие объемы образцового раствора хлористого аммония:

Количество рабочего образцового раствора, *см*^{3}	0	2	4	8	12	16	20	24	28	32
Массовая доля азота (в %) в пересчете на сухой продукт	0	0,25	0,5	1	1,5	2	2,5	3,0	3,5	4,0

Затем в каждую колбу приливают по 50 см^3 дистиллированной воды, по 8 см^3 концентрированной серной кислоты, перемешивая содержимое колб. Нагревшуюся смесь охлаждают и доводят объемы растворов до метки дистиллированной водой. По полученным образцовым растворам строят градуировочный график, повторяя ход основного анализа. Образцовые растворы хранят в холодильнике в течение 3-х месяцев.

Проведение испытания. В конические колбы вместимостью 100 см^3 помешают по 0,5 см^3 раствора минерализата (включая и минерализат холостой пробы) и добавляют по 50 см^3 рабочего окрашивающего раствора, перемешивают, прибавляют по 2,5 см^3 рабочего раствора гипохлорита натрия и снова перемешивают. Растворы оставляют на 1 ч при комнатной температуре до полного развития окраски. Оптическую плотность растворов измеряют относительно раствора сравнения № I, при длине волны 655 нм и толщине слоя 10 мм.

Обработка результатов. Массовую долю общего азота (X%) в процентах в пересчете на сухой продукт вычисляют по формуле:

$$X\% = (X_1 - X_0) + X\%_{АММ}$$

где X_1 - массовая доля азота в анализируемой пробе, найденная по градуировочному графику, % на сухой продукт;

X_0 - массовая доля азота в контрольном опыте, найденная по градуировочному графику, %;

$X\%_{АММ}$ - массовая доля аммонийного азота, рассчитанная на сухой продукт (см. гл.4.4.), %.

Результаты анализов органических удобрений в сухом состояние пересчитывают на исходную влажность, умножая на коэффициент К, который вычисляют по формуле:

$$K = \frac{100 - W}{100}$$

где W - массовая доля влаги в органическом удобрении (гл. 4.1), %.

Если результат измерения оптической плотности анализируемого раствора выходит за пределы градуировочного графика, определение повторяют, предварительно разбавив анализируемый раствор дистиллированной водой. Разбавление учитывается при обработке результатов.

Реактивы:

1) Запасной окрашивающий готовится аналогично гл. 1.3.

2) Рабочий окрашивающий раствор - в плоскодонную колбу вместимостью 4000 см^3 помешают 250 см^3 запасного окрашивающего раствора, приливают 2000 см^3 дистиллированной воды и 100 см^3 раствора гидрата окиси натрия молярной концентрации 2 моль/дм^3, а затем 4,7 г трилона Б.

3) Запасной раствор гипохлорита натрия готовится аналогично гл. 1.3.

4) Раствор гипохлорита натрия с массовой долей активного хлора 0,12 %. Запасной раствор с известной концентрацией активного хлора разбавляется дистиллированной водой до заданной концентрации. Раствор применяется в день приготовления.

4.6. Фотометрическое определение в органических удобрениях содержания аммонийного азота

Метод основан на извлечении аммонийного азота из пробы органического удобрения раствором соляной кислоты с концентрацией 0,05 моль/дм^3 с фотометрическим определением содержания аммония.

Извлечение аммиачного азота. Навеску удобрения в состоянии исходной влажности помещают в колбу вместимостью 500 см^3 и приливают 200 см^3 раствора соляной кислоты с концентрацией 0,05 моль/дм^3. Колбу помещают на ротатор и встряхивают в течение 30 мин. Полученную суспензию отфильтровывают через сухой складчатый фильтр. Содержимое на фильтре промывают 2-3 порциями (по 30-50 см^3 каждая) раствора соляной кислоты. Объем полученного в колбе фильтрата доводят до метки той же кислотой. Полученный раствор используют для определения аммонийного азота отгонкой по методу Кьельдаля (см. гл. 4.5.) или фотометрически.

Фотометрическое определение содержания аммонийного азота.

Приготовление образцового раствора хлористого аммония проводится так же, как описано в главе 4.5. Для приготовления растворов сравнения в мерные колбы вместимостью 100 см^3 помещают следующие объемы образцового раствора хлористого аммония.

Количество образцового раствора, см^3	0	1	2	4	6	8	10	12	14
Массовая доля аммонийного азота ($N\text{-}NH_4$ в %) в образце с исходной влажностью	0	0,025	0,050	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35

Затем в каждую колбу добавляют по 50 см^3 дистиллированной воды, по 8 см^3 концентрированной серной кислоты, содержимое колб перемешивают. После охлаждения объемы растворов доводят дистиллированной водой до метки.

Проведение испытания. В конические колбы на 100 см ^{3} добавляют по 0,5 см^3 анализируемой солянокислой вытяжки. Дальнейший ход анализа аналогичен описанному в главе 4.5.2.

Обработка результатов. Пользуясь градуировочным графиком, по результатам определения оптической плотности анализируемых растворов находят массовую долю аммонийного азота в процентах на органическое удобрение с исходной влажностью (X_1). Затем делают поправку на загрязненность реактивов и воды аммиаком по формуле:

$X_2 = X_1 - X_0$

где X_2 - истинная массовая доля азота в анализируемой пробе, % на продукт с исходной влажностью;

X_1 - массовая доля азота в анализируемой пробе, найденная по градуировочному графику, % на продукт с исходной влажностью;

X_0 - массовая доля азота в контрольном опыте, найденная по градуировочному графику, %;

Реактивы:

1) Раствор соляной кислоты молярной концентрации 0,05 моль/дм^3. 4,1 см^3 концентрированной соляной кислоты разбавляют дистиллированной водой в мерной колбе объемом 1 дм^3, доводя объем раствора до метки.

2) Запасной окрашивающий готовится аналогично гл. 1.3.

3) Рабочий окрашивающий раствор. В плоскодонную колбу вместимостью 4000 см^3 помешают 250 см^3 запасного окрашивающего раствора, приливают 2100 см^3 дистиллированной воды, а затем растворяют 4,7 г трилона Б.

3) Запасной раствор гипохлорита натрия готовится аналогично гл. 1.3.

4) Рабочий раствор гипохлорита готовится аналогично гл. 4.5..

4.7. Определение в органических удобрениях содержания общего фосфора

Содержание общего фосфора проводится после минерализации сухого органического удобрения при нагревании с концентрированной серной кислотой в присутствии пероксида водорода или смешанного катализатора. Определение фосфора основано на измерении оптической плотности окрашенного фосфорно-молибденового комплекса, восстановленного до

молибденовой сини. Для анализов можно использовать минерализат, приготовленный для определения общего азота. При отсутствии готового минерализата для определения массовой доли общего фосфора можно использовать сухой остаток навески после определения массовой доли влаги (гл. 4.1) и провести его минерализацию аналогично гл. 4.5. Если определение массовой доли общего фосфора проводят через 12 ч и более после определения массовой доли влаги, остаток навески подсушивают в сушильном шкафу при 100-105°С в течение 1 ч. При отсутствии сухого остатка образец удобрения готовится согласно гл. 4.1.

Подготовка к работе. Приготовление образцового раствора. 1,916 г предварительно высушенного до постоянной массы при 105-110°С однозамещенного фосфорнокислого калия (KH_2PO_4) растворяют в дистиллированной воде в мерной колбе на 1 дм^3 , объем доводят до метки. В 1 см^3 полученного раствора содержится 1 мг P_2O_5 и 0,66 мг K_2O.

Раствор используют для приготовления растворов сравнения. Для этого в мерные колбы вместимостью 500 см^3 помешают следующие объемы образцового раствора:

Количество образцового раствора, см^3	0	2	4	6	8	10	12	16	20	25
Массовая доля P_2O_5 в сухом образце, в %	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,25

В каждую колбу доливают до половины объема дистиллированную воду, добавляют 15 см^3 концентрированной серной кислоты. После охлаждения объем раствора в колбах доводят до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. Растворы сравнения хранят в холодильнике не более 3 мес. Их используют для построения градуировочного графика в день проведения анализа.

Проведение испытания.

В конические колбы вместимостью 100 см^3 отбирают по 2 см^3 анализируемого минерализата, контрольного раствора и растворов сравнения, добавляют по 50 см^3 реактива Б, перемешивают и оставляют на 30 мин для

полного развития окраски. Оптическую плотность растворов измеряют на фотоколориметре с красным светофильтром (710 нм) при толщине слоя 10 мм.

Обработка результатов. Пользуясь градуировочным графиком, по результатам определения оптической плотности в анализируемых растворах находят массовую долю фосфора (P_2O_5) в сухом образце (X_1), делают поправку на загрязненность реактивов и воды фосфором по формуле:

$X_2 = X_1 - X_0$

где X_2 — истинная массовая доля P_2O_5 в анализируемой пробе, % на сухой образец;

X_1 — массовая доля P_2O_5 в анализируемой пробе, найденная по градуировочному графику, % на сухой образец;

X_0 — массовая доля P_2O_5 в контрольном опыте, найденная по градуировочному графику, %;

Реактивы:

1) Реактивы для проведения минерализации образца готовятся аналогично гл. 4.4.

2)Раствор серной кислоты молярной концентрации 2,5 моль/дм^3. 600-700 см^3 дистиллированной воды помещают в мерную колбу вместимостью 1 дм^3 и приливают 140 см^3 концентрированной серной кислоты. После полного охлаждения раствора объем жидкости доводят до метки.

3) 12,0 г молибденово-кислого аммония помешают в мерную колбу вместимостью 250 см^3, растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до метки. 0,29 г сурьмяно-виннокислого калия помешают в мерную колбу вместимостью 100 см^3 , приливают дистиллированную воду до метки.

Оба раствора сливают в мерную колбу вместимостью 2000 см^3, добавляют 1 см^3 раствора серной кислоты молярной концентрации 2,5 моль/дм^3. После охлаждения объем доводят до метки дистиллированной водой. Реактив хранят в склянке из темного стекла в холодильнике не более 3 мес.

4)Реактив Б. 0,53 г аскорбиновой кислоты помешают в мерную колбу вместимостью 500 см^3 и приливают 100 см^3 реактива А. После растворения аскорбиновой кислоты объем раствора доводят до метки. Раствор готовят и используют в день анализа.

4.8. Определение в органических удобрениях содержания общего калия

Содержание общего фосфора проводится после минерализации сухого органического удобрения при нагревании с концентрированной серной кислотой в присутствии пероксида водорода или смешанного катализатора. Для анализа используется минерализат, приготовленный для определения общего азота или фосфора, при их отсутствии минерализат готовится аналогично гл. 4.5. или гл. 4.7. Содержание калия в минерализате определяется пламенно-фотометрически.

Подготовка к работе. В качестве исходного образцового раствора используется раствор, приготовленный аналогично гл. 4.6, в 1 см^3 которого содержится 0,66 мг K_2O. В мерные колбы вместимостью 500 см^3 помешают следующие объемы образцового раствора:

Количество образцового раствора, см^3	0	1	5	10	15	20	25	30	35
Массовая доля K_2O % в сухом образце	0	0,03	0,16	0,33	0,5	0,66	0,82	0,99	1,16

В каждую колбу доливают до половины объема дистиллированную воду, добавляют по 15 см^3 концентрированной серной кислоты. После полного охлаждения содержимого колб объемы растворов доводят до метки. Рабочие образцовые растворы хранятся в холодильнике 3 мес.

Проведение испытания. Рабочие образцовые растворы используют для градуировки прибора и построения градуировочного графика. Затем проводят измерение интенсивности излучения минерализатов, полученных из образцов органических удобрений и контрольного раствора.

Обработка результатов. Пользуясь градуировочным графиком, по результатам измерения интенсивности излучения минерализатов находят

массовую долю K_2O в сухом образце (X_1) в процентах. Делают поправку на загрязненность реактивов и воды калием по формуле:

$X_2 = X_1 - X_0$

где, X_2 - истинная массовая доля K_2O в анализируемой пробе, % на сухой образец;

X_1 - массовая доля K_2O в анализируемой пробе, найденная по градуировочному графику, % на сухой образец;

X_0 - массовая доля K_2O в контрольном опыте, найденная по градуировочному графику, %.

5. АНАЛИЗ САПРОПЕЛЕЙ

Под сапропелями понимают пресноводные органические и органоминеральные донные отложения, образовавшиеся в застойных водоемах из продуктов распада растительных и животных организмов и содержащие более 10% (по массе) органического вещества в виде гумуса и растительных остатков. Сапропели по составу и свойствам могут быть – органические, органно-глинистые, органно-кремнеземистые, органно-известковистые, известковые. Сапропели с высоким содержанием органического вещества обычно добываются из озерных и торфяниковых месторождений, которые формируются за счет отмирания диатомитовых водорослей или торфонакопления.

Высококачественные сапропели (1-го класса пригодности) могут применяться в качестве органического удобрения под все виды сельскохозяйственных культур, в садоводстве, цветоводстве, лесном хозяйстве, при рекультивации почв, благоустройстве и озеленении территорий. Сапропели 2-го класса применяют в качестве органического удобрения под сельскохозяйственные культуры, в дозах, не превышающих 20 т/га в пересчете на сухое вещество. Наибольший эффект от сапропеля получают при внесении под картофель, овощи, корнеплоды. Органно-известковистые сапропели могут использоваться для известкования кислых почв. На основе сапропелей при

сочетании с торфом, навозом (пометом) при соотношении 1:1 получают компосты, которые наряду с органическими сапропелями хорошего качества могут использоваться как компоненты при составлении тепличных грунтов.

Технические требования к органическим сапропелевым удобрениям определяются государственным стандартом - ГОСТ Р 54000-2010. Отдельные свойства сапропелей, особенно важные при составлении тепличных грунтов или приготовлении органических удобрений на основе сапропеля представлены в приложении 6. В качестве компонентов почвенных смесей, как правило, используются органические сапропели диатомового происхождения с высоким содержанием органического вещества или органические удобрения, приготовленные на их основе.

5.1. Отбор и подготовка образцов сапропелей

Отбор проб сапропеля из залежей при разведке сапропелевых месторождений, проводится аналогично отбору и подготовке образцов торфов (см. гл. 3.1). Отбор проб из добытых сапропелей и органических удобрений, полученных на основе сапропелей, а так же подготовка проб к анализу проводится аналогично органическим удобрениям (см. гл. 4.1).

5.2. Лабораторный анализ сапропелей

Для лабораторного анализа сапропелей, в основном, используют методы разработанные для анализа органических удобрений. В соответствии с методическими указаниями [8] методы, разработанные для анализа органических удобрений, могут использоваться для определения в сапропелях влаги и сухого остатка (гл. 4.2), содержания органического вещества (гл. 4.3), содержания общего азота (гл. 4.5), содержания общего фосфора (гл. 4.7), содержания общего калия (гл. 4.8), определения pH солевой вытяжки (гл. 4.4.).

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гиль Л.С. Современное овощеводство закрытого и открытого грунта. Практическое руководство/Л.С. Гиль, А.И. Пашковский, Л.Т. Сулима. Житомир: Рута, 2012. - 468 с.

2. Тараканов Г.И. Овощеводство защищенного грунта/ Г. И Тараканов Н. В. Борисов, В. В. Климов -М.: Колос, 1982. - 303 с.

3. Гейслер, Т. Производство овощей под стеклом и плёнкой /Т. Гейслер. Б. Гайер. Пер. с нем. - М.: Колос.- 1979. - 312 с.

4. Минеев В.Г. Агрохимия: Учебник. -М.: Изд-во КолосС, 2004, - 720 с.

5. Методические указания по определению основных агрохимических показателей тепличных грунтов. / Н.В. Василевская, С.Г. Самохвалов, В.Г. Прижукова и др.- М: ЦИНАО 1986. - 74 с.

6. Методы количественного анализа удобрений. Учебно-методическое пособие для вузов. Составители: Л.И. Брехова, Л.Д. Стахурлова. Воронеж 2006. - 39 с.

7. Технический анализ торфа /Е.Т. Базин, В.Д. Копенкин, В.И. Косов и др. Под общ. Ред. Е.Т. Базина. – М.: Недра. 1992. – 431 с.

8. Методические указания по агрохимическому анализу сапропелей. М.: ЦИНАО, 1982. - 52 с.

Приложение 1

Табл. 1. Классификация тепличных грунтов по основным физическим и физико-химическим свойствам [2]

Показатель	Значение		Показатель	Значение
Мощность корнеобитаемого слоя, см			***Объемная масса, г/см³***	
Маломощные	До 15		Очень рыхлые	Менее 0,2
Среднемощные	15-25		Рыхлые	0,2-0,4
Нормальные	25-35		Нормальные	0,4-0,6
Повышенной мощности	35-45		Слабоплотные	0,6-0,8
Высокой мощности	45-55		Среднеплотные	0,8-1,0
Мощные	Более 55		Плотные	1,0-1,2
Содержание органического вещества, %			Среднеплотные	Более 1,2
Низкое	До 10		***Степень аэрации (воздухоемкость), об%***	
Умеренное	10-20		Неудовлетворитель-ная	Менее 10
Нормальное	20-30		Удовлетворительная	10-20
Повышенное	30-40		Нормальная	20-30
Высокое	40-60		Повышенная	30-40
Очень высокое	Более 60		Высокая	Более 40
			Реакция среды, pH (водная вытяжка)	
Общее содержание солей			Сильнокислая	Менее 5,5
	по удельной электропро-водности, мС/см	по плотному остатку, г/л	Кислая	5,5-6,0
Низкое	Менее 0,5	Менее 0,8	Слабокислая	6,1-6,2
Умеренное	0,5-1,0	0,8-1,5	Нормальная	6,3-6,5
Нормальное	1,0-2,0	1,5-3,0	Близкая к нейтральной	6,6-6,8
Повышенное	2,0-3,0	3,0-4,0	Нейтральная	6,9-7,0
Высокое	Более 3,0	Белее 4,0	Щелочная	Более 7,2

Табл.2. Оптимальные физические свойства грунтов для различных культур в теплице [3]

	Культура			
	огурец	томат	салат кочанный	рассада
Воздухоемкость, об%	30-40	20-25	35-30	25-35
Влагоемкость, об%	45-55	45-50	35-40	50-60
Объем пор, об%	80-90	65-75	60-70	80-90
Объемная масса, г/см^4	0,5	0,8	1	0,5

Приложение 2

Табл. 1. Пересчет pC_{N0_3} в массовую долю нитратного азота в грунте, $млн^{-1}$ (мг/кг), при отношении грунта и воды 1:5 (объемно-весовая вытяжка)

pC_{N0_3},	Сотые доли pC_{N0_3}									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2,0	706	690	674	659	644	629	615	601	587	574
2,1	561	548	536	524	512	500	489	477	467	456
2,2	446	435	426	416	406	397	388	379	371	362
2,3	354	346	338	330	323	315	308	301	294	288
2,4	281	275	269	262	256	251	245	239	234	229
2,5	223	218	213	208	204	199	195	190	186	182
2,6	177	173	169	166	162	158	155	151	148	144
2,7	141	138	135	132	129	126	123	120	117	115
2,8	112	109	107	104	102	100	97	95	93	91
2,9	89	87	85	83	81	79	77	76	74	72
3,0	71	69	67	66	64	63	62	60	59	57
3,1	56	55	54	52	51	50	49	48	47	46
3,2	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
3,3	35	35	34	33	32	32	31	30	29	29
3,4	28	27	27	26	26	25	24	24	23	23
3,5	22	22	21	21	20	20	19	19	19	18
3,6	18	17	17	17	16	16	15	15	15	14
3,7	14	14	13	13	13	13	12	12	12	11
3,8	11	11	10	10	10	10	10	10	9	9
3,9	9	9	8	8	8	8	8	8	7	7

Табл. 2. Пересчет pC_{N0_3} в массовую долю нитратного азота в грунте, в $мг/дм^3$ (объемная водная вытяжка)

pC_{N0_3},	Сотые доли pC_{N0_3}									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2,0	282	275	269	263	257	251	242	240	234	229
2,1	224	219	214	209	204	199	195	190	186	182
2,2	178	174	170	166	162	158	155	151	148	144
2,3	141	138	135	132	129	126	123	120	117	115
2,4	112	109	107	105	102	100	98	95	93	91
2,5	89	87	85	83	81	79	78	76	74	72
2,6	71	69	68	66	65	63	62	60	59	57
2,7	56	55	54	52	51	50	49	48	47	47
2,8	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
2,9	35	35	34	33	32	32	31	30	29	29
3,0	28	28	27	27	26	26	25	25	24	23
3,1	23	22	22	21	21	20	20	19	19	19
3,2	18	*17*	17	17	16	16	15	15	15	14
3,3	14	14	13	13	13	13	12	12	12	11
3,4	11	11	11	10	10	10	10	10	9	9
3,5	9	9	8	8	8	8	8	8	7	7
3,6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5
3,7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
3,8	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
3,9	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1

Приложение 3

Табл.1. Пересчет значений pC_{Cl} в массовую долю хлорида в грунте при отношении грунта и воды 1:5 млн$^{-1}$, в мг/кг (объемно-весовая вытяжка)

pC_{Cl}	Сотые доли pC_{Cl}									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,4	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2,0	1778	1738	1698	1660	1622	1586	1549	1514	1479	1445
2,1	1413	1380	1349	1318	1288	1259	1230	1202	1175	1148
2,2	1122	1096	1072	1047	1023	1000	977	955	953	912
2,3	891	871	851	832	813	794	776	759	741	724
2,4	708	692	676	661	646	631	617	603	589	575
2,5	562	550	537	525	513	501	490	479	468	457
2,6	447	437	427	417	407	398	389	380	372	363
2,7	355	347	339	331	324	316	309	302	295	288
2,8	282	275	269	263	257	251	245	240	234	229
2,9	224	219	214	209	204	200	195	191	186	182
3,0	178	174	170	166	162	151	155	151	148	145
3,1	141	138	135	132	129	126	123	120	117	115
3,2	112	110	107	105	102	100	98	95	93	91
3,3	89	87	85	83	81	79	78	76	74	72
3,4	71	69	68	66	65	63	62	60	59	58
3,5	56	55	54	52	51	50	49	48	47	46
3,6	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
3,7	35	35	34	33	32	32	31	30	30	29
3,8	28	28	27	26	26	25	25	24	23	23
3,9	22	22	21	21	20	20	19	19	19	18

Табл. 2.Пересчет pC_{Cl} в массовую долю нитратного азота в грунте, в мг/дм^3 (объемная водная вытяжка)

pC_{Cl}	Сотые доли pC_{Cl}									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,4	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2,0	709	693	677	662	647	632	618	603	590	576
2,1	563	550	538	526	514	502	491	479	468	458
2,2	447	437	427	417	408	399	390	381	372	364
2,3	355	347	339	332	324	317	309	302	296	289
2,4	282	276	270	263	257	252	246	240	235	229
2,5	224	219	214	209	204	200	195	191	186	182
2,6	178	174	170	166	162	159	155	152	148	145
2,7	141	138	135	132	129	126	123	120	118	115
2,8	112	110	107	105	102	100	98	96	93	91
2,9	89	87	85	83	81	80	78	76	74	73
3,0	71	69	68	66	65	63	62	60	59	58
3,1	56	55	54	53	51	50	49	48	47	46
3,2	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36
3,3	36	35	34	33	32	32	31	30	30	29
3,4	28	28	27	26	26	25	25	24	23	23
3,5	22	22	21	21	20	20	20	19	19	18
3,6	18	17	17	17	16	16	16	15	15	14
3,7	14	14	14	13	13	13	12	12	12	11
3,8	11	11	11	10	10	10	10	10	9	9
3,9	9	9	9	9	8	8	8	8	7	7

Приложение 4

Табл. 1. Уровень обеспеченности тепличных грунтов питательными веществами, в мг/дм^3 сырого грунта [2]

Уровень обеспеченности	N	K	P	Mg
Низкий	< 40	< 50	< 5	< 20
Умеренный	40-80	50-110	5-10	20-50
Нормальный	80-130	110-170	10-15	50-70
Повышенный	130-170	170-220	15-20	70-100
Высокий	> 170	> 220	> 20	> 100

Т а б л . 2 Степень разложения торфа (в %)

Р %	Целые значения процентов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	4,8	5,2	5,5	5,8	6,1	6,5	6,8	7,2	7,6	7,9
20	8,3	8,7	9,1	9,5	9,9	10,3	10,5	10,7	11,5	11,9
30	12,3	12,8	13,3	13,8	14,3	14,8	15,3	15,8	16,3	16,8
40	17,3	17.8	18,3	18,9	19,5	20,1	20,7	21,3	21,9	22,5
50	23,1	23,7	24,3	25,0	25,7	26,4	27,1	27,8	28,5	29,5
60	29,9	30,6	31,3	32,0	32,8	33,6	34,4	35,2	36,0	36.8
70	37.6	38.4	39,3	40,2	41,1	42,0	42,9	43,8	44,7	45,6
80	46,5	47.5	48,5	49,5	50,5	51,5	52,5	53,5	54,5	55,5
90	56,5	57,6	58,7	59,8	60,9	62,0	63,2	64,4	65,6	66,8

Табл. 3. Классификация торфа по степени разложения

Степень разложения торфа, Р%	Оценка торфа
< 15	Неразложившийся
15-20	Весьма слаборазложившийся
20-25	Слаборазложившийся
25-35	Среднеразложившийся
35-45	Хорошо разложившийся
45-55	Сильно разложившийся
> 55	Весьма сильно разложившийся

Приложение 5

Табл.1. Требования к некоторым физическим, агрохимическим свойствам органических удобрений, производимых на основе навоза

Наименование показателя	Вид органического удобрения				
	Навоз сухой	Навоз подстилочный	Компосты на основе навоза	Навоз бесподстилочный	
				Полужидкий	Жидкий
Массовая доля сухого вещества, %: не менее не более	85 -	25 -		8 -	3 8
Реакция водной среды, ед. pH	6,0-8,5				
Массовая доля органического вещества (на сухое вещество) не менее	50			70	
Массовая доля питательных веществ в удобрении с исходной влажностью, не менее: азота общего фосфора общего, в пересчете на P_20_5 калия общего, в пересчете на K_20	0,6 0,5 0,6	0,3 0,2 0,2		0,2 0,1 0,15	0,1 0,05 0,05

Табл.2. Требования к некоторым физическим, механическим, агрохимическим свойствам органических удобрений, производимых на основе помета

Наименование показателя	Вид органического удобрения				
	Навоз сухой	Навоз подстилочный	Компосты на основе навоза	Навоз бесподстилочный	
				Полужидкий	Жидкий
Массовая доля сухого вещества, %: не менее не более	85 -	25 -		8 -	3 8
Реакция водной среды, ед. pH	6,0-8,5				
Массовая доля органического вещества (на сухое вещество) не менее	50			70	
Массовая доля питательных веществ в удобрении с исходной влажностью, не менее: азота общего фосфора общего, в пересчете на P_20_5 калия общего, в пересчете на K_20	2,0 2,0 0,8	1,5 0,7 0,6	0,7 0,5 0,3	0,4 0,3 0,15	0,5 0,15 0,06

Приложение 6

Табл. 1. Требования к некоторым физическим, агрохимическим свойствам органогенных сапропелей

Наименование показателя	Вид сапропеля		
	Органи-ческий	Органно-глинистый	Органо-кремне-земистый
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	40		
Массовая доля, в процентах на сухое вещество:			
- органического вещества, не менее	50	30	15
- азота общего, не менее	1,5	1,0	0,5
- фосфора общего (P_2O_5), не менее	0,2	0,3	0,1
- калия общего (K_20), не менее	0,3	0,3	0,1
- кальция (CaO), не менее	0,1	0,1	10
- железа (Fe_20_3), не более	20	20	10
- серы ($S0_3$), не более	3,0	3,0	7,0
Кислотность pH солевой вытяжки, не менее	5,0		

Учебное пособие

Гиниятуллин Камиль Гашикович
Валеева Альбина Альбертовна
Смирнова Елена Васильевна

АНАЛИЗ ТЕПЛИЧНЫХ ПОЧВОГРУНТОВ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Подписано в печать 28.03.2017
Бумага офсетная. Печать цифровая.
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman».
Тираж 100 экз.

Отпечатано с готового оригинал-макета
в типографии Издательства Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нужина, 1/37
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28