



Л. А. Сенькова
Л. П. Абрамова
В. Н. Луганский

АНАЛИЗ ПОЧВ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

Екатеринбург
УГЛТУ
2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

Кафедра лесоводства

Л. А. Сенькова
Л. П. Абрамова
В. Н. Луганский

АНАЛИЗ ПОЧВ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

Методические указания к лабораторным исследованиям почв
для обучающихся на бакалавриате, в магистратуре, аспирантуре.

Направления подготовки: «Лесное дело», «Садоводство»,
«Природообустройство и водопользование»,
«Экология и природопользование», «Ландшафтная архитектура»,
«Землеустройство и кадастры», «Лесное хозяйство».

Научная специальность «Лесоведение, лесоводство,
лесные культуры, агролесомелиорация,
озеленение, лесная пирология и таксация».

Все формы обучения

Екатеринбург
УГЛТУ
2024

Печатается по рекомендации методической комиссии
Института леса и природопользования УГЛТУ.

Протокол № 1 от 02.10.2023 г.

Рецензент – доцент кафедры лесоводства, канд. с.-х. наук *С. С. Постникова*

Предназначены для всех обучающихся, осваивающих образовательные программы всех направлений и специальностей высшего образования, реализуемых в УГЛТУ.

Редактор Л. Д. Черных
Оператор компьютерной верстки О. А. Казанцева

Подписано в печать 23.12.2024

Плоская печать

Формат 60×84/16

Поз. 14

Заказ №

Печ. л. 2,56

Тираж 10 экз.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Сектор оперативной полиграфии РИО УГЛТУ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Техника безопасности и основные требования при работе в почвенной лаборатории	5
Работа 1. Подготовка почвы к анализам	8
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ	9
Работа 2. Определение гигроскопической влаги	9
Работа 3. Определение гранулометрического состава почвы методом пипетки	10
Работа 4. Определение агрегатного состава почвы по методу Н. И. Савинова	19
Работа 5. Определение водопрочности почвенной структуры по методу Никольского	22
Работа 6. Определение микроагрегатного состава почвы методом Н. А. Качинского	25
Работа 7. Определение плотности твердой фазы почвы	27
Работа 8. Определение плотности сложения	29
ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ	33
Работа 9. Определение содержания гумуса в почве по методу И. В. Тюрина	33
Работа 10. Определение активной реакции почвенной среды	39
Заключение	43

ВВЕДЕНИЕ

Почва представляет собой очень сложную физико-химико-биологическую систему. В кибернетических системах, к которым относится и почва, нельзя изменить какое-либо одно свойство, не затронув все остальные, так как они связаны между собой прямыми и обратными связями.

Прежде чем использовать почву в любом направлении пользования, нужно детально изучить необходимый комплекс ее свойств, чтобы дать точный прогноз, каковы будут последствия не только для самой почвы, но и культур, которые будут возделываться на ней. В современный период это особенно важно в связи с созданием или восстановлением экологических условий для роста и развития древесных культур, требующих больших материальных затрат. В различных регионах естественные условия не всегда совпадают с потребностями растений. Лесные массивы необходимо поддерживать не только в таежно-лесной зоне, где они адаптированы в процессе эволюции, но в силу человеческой деятельности подвергаются деградации, но и в более южных засушливых регионах в качестве зон рекреации, защитных полос для полей, водохранилищ и многих других целей.

Настоящие Методические указания к лабораторным исследованиям почв помогут научным изысканиям в области лесного хозяйства, проводимых в Уральском лесотехническом университете. Они состоят из двух частей, в каждой из которых 10 работ по изучению основных физических, химических и физико-химических свойств почв, дающих достаточное представление о современных возможностях устойчивого управления почвами.

В Методических указаниях имеются рекомендации по использованию результатов анализов. Отдельно интерпретация результатов полевых и лабораторных исследований подробно изложена в Методических указаниях «Интерпретация результатов исследования морфологии и свойств почвы» (Л. А. Сенькова, Л. П. Абрамова, 2023).

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ РАБОТЕ В ПОЧВЕННОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Создание необходимых условий работы в учебных почвоведческих (агрохимических) лабораториях, строгое соблюдение правил техники безопасности и методики проведения анализа являются основной предпосылкой предупреждения несчастных случаев. В почвоведческих (агрохимических) лабораториях обучающимся приходится работать с кислотами, щелочами, горючими, взрывоопасными и ядовитыми веществами, пользоваться аналитическими и электрическими приборами. Поэтому работа в лабораториях требует соблюдения дисциплины и установленных правил.

Приступая к работе в лаборатории, тщательно изучают методическое руководство по проведению анализа, теоретические основы происходящих процессов, свойства используемых химических веществ и реактивов, устройство приборов и оборудования, порядок работы с ними. При подготовке к работе составляют конспект с указанием значения выполняемого анализа, принципа метода, технологии его выполнения (последовательность выполнения отдельных операций) и способа расчета полученных результатов.

За каждым обучающимся закрепляется рабочее место, на котором должны находиться только необходимые для выполнения данной аналитической операции приборы и реактивы. Реактивы, общего пользования, а также приборы и реактивы, в которых нет надобности, должны находиться в специально отведенных для них местах.

Приступая к аналитической работе, необходимо ясно представлять характер и последовательность протекающих процессов, что дает возможность заблаговременно принять необходимые меры предосторожности. Хорошо подготовленный обучающийся всегда работает аккуратно и без суеты, вследствие чего экономятся время и материальные средства. Данным, полученным при небрежной работе, во-первых, нельзя доверять, во-вторых, небрежность является основной причиной несчастных случаев и аварий в лаборатории.

Все результаты анализа, расчеты и выводы записывают только в предназначенную для этих целей рабочую тетрадь. Записи на отдельных листах бумаги не разрешаются. Особое внимание уделяют бережному расходованию электроэнергии, материалов и химических реактивов. Для работы берут минимальное количество вещества, позволяющее выполнить анализ. Выливать обратно неиспользованные реактивы недопустимо, так как это часто приводит не к их экономии, а к порче большой партии растворов. Неиспользованные и отработанные дорогостоящие реактивы, например растворы азотнокислого серебра, сливают в отдельные склянки.

Основной причиной несчастных случаев, происходящих в лабораториях, является неподготовленность обучающихся к выполнению заданной аналитической работы и нарушение правил техники безопасности. Только менее 1 % всех несчастных случаев обусловлено стечением непредвиденных обстоятельств; остальные возникают вследствие нарушения правил техники безопасности при работе в лаборатории и методики проведения анализа по небрежности или незнанию.

В почвоведческих (агрохимических) лабораториях не разрешается работать без спецодежды. В помещениях лаборатории запрещается курить, принимать пищу или хранить продукты питания, загромождать рабочие столы посторонними предметами, громко разговаривать или пользоваться радиоприборами. Любой шум отвлекает внимание работающего в лаборатории и может привести к ошибкам или несчастным случаям.

При работе с кислотами и щелочами необходимо соблюдать следующие правила. Растваривание (из бутылей в склянки) крепких кислот, щелочей и аммиака осуществляют с помощью сифонов, в защитных очках, резиновых перчатках, фартуке и сапогах. Концентрированные кислоты и другие летучие жидкости переливают только в вытяжном шкафу. При использовании концентрированных кислот для приготовления растворов во избежание их разбрызгивания при нагревании приливают кислоту в воду, а не наоборот. Гранулированную (твердую) щелочь растворяют в фарфоровой чашке при постоянном перемешивании и охлаждении. Особая предосторожность необходима при работе с горячими кислотами и щелочами. Пролитые кислоты смывают водой и нейтрализуют содой или мелом до прекращения вскипания.

Ядовитые вещества, едкие и летучие жидкости берут с помощью цилиндров или пипеток, снабженных специальным заборным устройством (резиновая груша, шприц). Недопустимо использование открытых электронагревательных приборов, спиртовых и газовых горелок при работе с легко воспламеняющимися веществами.

Запрещается хранение в лабораториях легко воспламеняющихся жидкостей (бензин, эфир, ацетон и др.) в количестве большем, чем необходимо для выполнения текущей работы. Хранят их в толстостенных склянках с притертыми пробками в вытяжных шкафах, удаленных от огня и обогрева. Категорически запрещается выливать легко воспламеняющиеся жидкости в канализацию. Отработанные жидкости собирают в специальную герметически закрывающуюся тару, а в дальнейшем в зависимости от их ценности либо регенерируют, либо сжигают в безопасном месте.

Запрещается оставлять без присмотра работающие приборы с легко воспламеняющимися и взрывоопасными веществами, газовые горелки, сетевые аналитические и электронагревательные приборы.

Правила первой помощи при работе в лаборатории

При механических ранениях, порезах стеклом рану промывают 2–3 %-м раствором марганцовокислого калия или 3 %-м раствором перекиси водорода, края раны дезинфицируют спиртовым раствором йода, перевязывают стерильным бинтом. При глубоких порезах или ранениях кровотечение останавливают тампоном ваты, смоченным в 2–3 %-м растворе хлорида железа или перекиси водорода, и обращаются в лечебное учреждение. При сильном кровотечении до прихода врача накладывают резиновый жгут.

При тепловых ожогах пораженное место смачивают 3 %-м раствором питьевой соды или марганцовокислого калия, после чего смазывают мазью от ожогов и накладывают повязку. Лучшее средство для примочек – 96 %-й этиловый спирт. При тяжелых ожогах делают только примочки из марганцовокислого калия, накладывают сухую стерильную повязку и направляют на лечение к врачу.

При химических ожогах (кислотами, щелочами и другими едкими веществами) прежде всего ватным тампоном удаляют с пораженного места остатки (капли) едкого вещества, промывают большим количеством воды и обрабатывают нейтрализующими веществами – 2–3 %-м раствором питьевой соды или бикарбоната аммония при поражении кислотой и 2 %-м раствором уксусной кислоты при поражении щелочью. Пораженные места смазывают мазью от ожогов или борным вазелином и накладывают повязку.

При попадании едких или ядовитых веществ в органы пищеварения немедленно вызывают рвоту с помощью пальцев или 1 %-го раствора медного купороса (нужно принять примерно одну столовую ложку раствора) или мыльной воды, промывают желудок пострадавшего водой и дают молоко, активированный уголь или крепкий чай.

При поражении электротоком немедленно обесточивают пострадавшего, отключив рубильник или устранив контакт с ним при помощи любого изоляционного материала (резиновые перчатки, палки и т. п.), и тотчас же делают искусственное дыхание в течение 1–2 ч до прихода медицинского работника.

Работа 1. ПОДГОТОВКА ПОЧВЫ К АНАЛИЗАМ

От качества подготовки почвы к анализу зависит качество всех выполняемых анализов.

Отобранные в поле почвенные пробы (образцы) высушивают в хорошо проветриваемом помещении или в специальных сушильных камерах при температуре воздуха не более 40 °С. Можно высушить образцы и на улице в тени, прикрыв их бумагой. Исключение составляют пробы, анализ которых необходимо проводить в состоянии естественной влажности (содержание нитратов, двухвалентного железа и др.).

После высушивания образцов почвы, пока структурные отдельности не повреждены, желательно выполнить анализы агрегатного состава почвы (работы 4, 5, 6).

Воздушно-сухой образец массой 400–1000 г распределяют тонким слоем на листе бумаги в виде квадрата, раздавливают крупные комки и отбирают крупные корни, включения и новообразования. Затем квадрат делят на четыре части по диагонали.

Две противоположные части пересыпают в коробку и хранят в нерастертом состоянии, с этикетками внутри коробки и на ее стенке. Оставшуюся на бумаге почву разравнивают тонким слоем в виде квадрата, крупные структурные агрегаты предварительно измельчают шпателем на бумаге или пестиком в ступке. Квадрат делят на более мелкие квадраты со стороной 3–5 см.

Из каждого квадрата отбирают шпателем небольшое количество почвы, общей массой около 20–30 г. Тщательно отбирают корни и другие органические остатки с помощью стеклянной или эбонитовой палочки, растирают и просеивают через сито с ячейкой 1 мм, затем помещают ее в подписанный бумажный пакетик. Эту пробу используют для определения углерода и азота.

Оставшуюся часть почвы измельчают на мельнице или в фарфоровой ступке и просеивают через сито с отверстиями в 1 мм.

При наличии скелета (частицы крупнее 1 мм) его отмывают на сите от мелкозема, просеивают через колонку сит с отверстиями 10, 5, 3 и 1 мм и вычисляют содержание каждой фракции.

Мелкозем (< 1 мм) помещают в картонные или пластиковые коробки или бумажные пакетики и используют для большинства анализов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Работа 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИГРОСКОПИЧЕСКОЙ ВЛАГИ

Воздушно-сухие пробы почв всегда содержат некоторое количество влаги, сорбированной из воздуха, которая прочно удерживается на поверхности твердых частиц. Такая влага называется *гигроскопической*. Ее количество зависит от влажности воздуха, свойств почв и, прежде всего, от содержания гидрофильных коллоидов и составляет от десятых долей процента в песчаных почвах до 3–5 % – в суглинистых и глинистых.

Гигроскопическую влажность определяют *методом высушивания образца* при 105 °С до постоянной массы.

Принцип метода

Определение количества влаги, прочно удерживаемой почвой в момент анализа.

Оборудование

Технические весы, бюксы стеклянные или металлические, сушильный шкаф, эксикатор.

Ход анализа

Отвешивают на аналитических весах 5 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с ячейкой 1 мм. Навеску помещают в стаканчик, просушенный при 105 °С в сушильном шкафу, затем стаканчик с притертой крышкой (бюкс) развешивают. Почву в стаканчике сушат в сушильном шкафу при 105 °С 3 ч, после чего закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе (с CaCl₂ на дне) и взвешивают.

Затем проводят контрольную сушку в течение 1–2 ч, доводя образец до постоянной массы. Допустимые расхождения в массе после сушки – 0,005 г. Гигроскопическую влажность (*W*) вычисляют по формуле

$$W = \frac{m_1 \cdot 100}{m},$$

где m_1 – масса испарившейся воды (г);

m – масса сухой почвы (г).

Необходимо помнить, что в почвоведении принято за 100 % считать массу сухой почвы.

Коэффициент пересчета результатов анализа воздушно-сухой почвы на сухую вычисляют по формуле

$$K_w = \frac{100 + W}{100}.$$

Пример формы записи результатов определения гигроскопической влажности представлен в табл. 1.

Таблица 1

Результаты определения гигроскопической влажности

Горизонт, глубина, см	№ бокса	Результаты				Гигроскопическая влажность, %
		Масса, г.				
		Бокс	Бокс с воздушно-сухой почвой	Бокс с высушенной почвой	Влага	
А 0–25	21	11,6260	12,9192	12,8595	0,0597	4,84

Использование результатов анализа

Показатели гигроскопической влажности используют в аналитической практике для пересчета результатов анализов на сухую почву.

Работа 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВЫ

Частички почвы, или отдельные зерна минералов и обломки горных пород, называются механическими элементами или элементарными частицами почвы. Механические элементы могут быть самой разной величины. Исследуя гранулометрический состав почвы, элементарные частицы, близкие по размерам, объединяют в группы, или фракции. Существует несколько делений механических элементов по крупности.

В нашей стране наиболее широкое распространение получила классификация Н. А. Качинского (табл. 2).

Таблица 2

Классификация механических элементов (элементарных почвенных частиц, ЭПЧ) по Н. А. Качинскому

Наименование ЭПЧ		Диаметр ЭПЧ, мм	Группы ЭПЧ	
Камни		> 3	Крупнозем (скелет почвы, хряц)	
Гравий		3–1		
Песок	крупный	1–0,5	Физический песок > 0,01 мм	Мелкозем
	средний	0,5–0,25		
	мелкий	0,25–0,05		
Пыль	крупная	0,05–0,01		

Окончание табл. 2

Наименование ЭПЧ		Диаметр ЭПЧ, мм	Группы ЭПЧ	
Пыль	средняя	0,01–0,005	Физическая глина < 0,01 мм	Мелко-зем
	мелкая	0,005–0,001		
Ил	грубый	0,001–0,0005		
	мелкий	0,0005–0,0001		
Коллоиды		< 0,0001		

В каждой почве содержатся несколько механических фракций. Для классификационных целей почвенные частицы часто объединяют в две фракции: «физического песка» (все частицы крупнее 0,01 мм) и «физической глины» (все частицы мельче 0,01 мм). Кроме того, все частицы крупнее 1 мм называют скелетной частью почвы, а мельче 1 мм – мелкоземом.

В зависимости от соотношения фракций физической глины и физического песка выделяют почвы различного гранулометрического состава (табл. 3).

Таблица 3

Классификация почв и пород по гранулометрическому составу
(по Н. А. Качинскому)

Краткое название по гранулометрическому составу	Содержание физической глины (< 0,01 мм), %		
	Почвы		
	подзолистого типа почвообразования	степного типа почвообразования, а также красноземы и желтоземы	солонцы и сильно солонцеватые почвы
Песчаная			
Рыхло-песчаная	0–5	0–5	0–5
Связно-песчаная	5–10	5–10	5–10
Супесчаная	10–20	10–20	10–15
Суглинистая			
Легкосуглинистая	20–30	20–30	15–20
Среднесуглинистая	30–40	30–45	20–30
Тяжелосуглинистая	40–50	45–60	30–40
Глинистая			
Легкоглинистая	50–65	60–75	40–50
Среднеглинистая	65–80	75–85	50–65
Тяжелоглинистая	> 80	> 85	–

Отдельно вводится в название почвы «степень каменистости», в зависимости от содержания частиц более 3 мм в % к массе почвы:

– не каменистая (менее 0,5),

- слабокаменистая (0,5–5),
- среднекаменистая (5–10),
- сильнокаменистая (> 10).

Почвы разного гранулометрического состава имеют различные свойства. *Песчаные почвы* хорошо пропускают воду, но плохо удерживают ее. Они быстрее других прогреваются весной, поэтому их называют теплыми, легко поддаются обработке сельскохозяйственными орудиями, поэтому называются легкими. Эти почвы имеют хороший воздушный режим. Песчаные почвы содержат незначительное количество гумуса и зольных элементов питания, поэтому в эти почвы необходимо вносить органические и минеральное удобрения.

Иными свойствами обладают *глинистые почвы*: они холодные, так как медленно прогреваются весной, тяжелые, потому что трудно поддаются обработке сельскохозяйственными орудиями, Эти почвы обычно очень плотные, слитные и поэтому имеют плохой водный и воздушный режимы. Глинистые почвы содержат достаточное количество элементов питания, но из-за плохих физических свойств они часто не могут быть использованы культурными растениями.

Лучшими по гранулометрическому составу считаются *суглинистые и супесчаные почвы*. Они имеют более благоприятное по сравнению с песчаными и глинистыми почвами сочетание водного, воздушного и теплового режимов.

Гранулометрический состав – важная характеристика почвы. Он в некоторой степени характеризует плодородие почвы, от него зависят все физические свойства (плотность, пористость, влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность и др.), а также технологические (твердость, липкость, крошение пласта при обработке).

Полевой мокрый метод определения гранулометрического состава почвы

Образец растертой почвы увлажняют и перемешивают до тестообразного состояния, при котором почвы обладают наибольшей пластичностью. По табл. 4 определяем показатель.

Лабораторный метод определения гранулометрического состава почвы методом пипетки

Оборудование, материалы

Почвенные сита с диаметром ячеек 0,25 и 1 мм, весы аналитические, этернитовая плитка или сушильный шкаф лабораторный, стеклянные цилиндры на 1000 мл и мерный на 50 мл, стеклянные стаканчики на 100 мл,

чашки фарфоровые, промывалка, пипетки объемом 25 мл, пестик с резиновым наконечником, вода дистиллированная, стеклянные воронки.

Реактивы

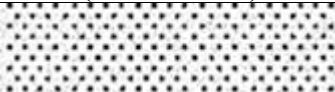

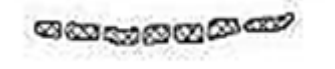

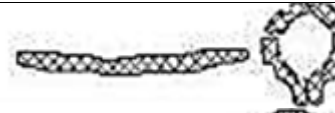
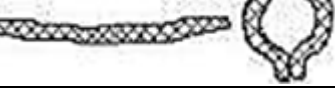
4 %-й раствор пиррофосфата натрия. Для его приготовления необходимо взять $40,0 \pm 0,1$ г прокаленного при 105° реактива пиррофосфата натрия ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$), поместить в мерную колбу на 1 литр и довести дистиллированной водой до метки.

Принцип метода

Основан на зависимости скорости оседания частиц в суспензии от их размера. Скорость падения различных по размеру частиц рассчитывают по формуле Стокса, которая учитывает радиус и плотность падающей частицы, плотность и вязкость жидкости. Зная скорость осаждения механических элементов разного диаметра, пипеткой берут пробы почвенной суспензии с определенной глубины через определенное время после взмучивания и определяют на весах содержание механических элементов.

Таблица 4

Определение гранулометрического (механического) состава почвы

Визуальные признаки	Механический состав	Мифология образца при испытании (вид в плане)
Шнур не образуется	Песок	
Зачатки шнура	Супесь	
Шнур, дробящийся при раскатывании	Легкий суглинок	
Шнур сплошной, кольцо распадающееся при свертывании	Средний суглинок	
Шнур сплошной, кольцо с трещинами	Тяжелый суглинок	
Шнур сплошной, кольцо стойкое	Глина	

Ход анализа

Из воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями в 1 мм, отвешивают 10 г (с точностью до 0,01 г) и помещают в фарфоровую

чашку диаметром 10–12 см. Наливают в стаканчик 4 %-й раствор пирофосфата натрия: для некарбонатных, незасоленных, незагипсованных почв легкого механического состава берут 5 мл раствора на 10 г почвы; для тяжелосуглинистых, глинистых и карбонатных почв – 10 мл; для засоленных и загипсованных – 20 мл. Если используют поллитровые цилиндры, то навеску почвы и количество пирофосфата натрия уменьшают вдвое.

Почву в фарфоровой чашке смачивают раствором пирофосфата до тестообразного состояния и осторожно растирают пестиком с резиновым наконечником в течение 10 мин. Выливают в чашку с почвой остаток раствора пирофосфата, добавляют дистиллированную воду, размешивают и переносят в литровый цилиндр через сито с отверстиями 0,25 мм, вставленное в стеклянную воронку. Размешивание с добавлением новых порций воды продолжают до тех пор, пока вся почва не окажется перенесенной в мерный цилиндр.

Объем суспензии в цилиндре доводят до 1 л и анализируют ее методом пипетки.

Почву на сите (крупный и средний песок) промывают водой из промывалки и смывают в фарфоровую чашку. Из чашки почву путем декантации водой переносят без потерь в заранее взвешенный сушильный стаканчик. Избыток воды из стаканчика сливают, остаток – выпаривают на этернитовой плитке, затем высушивают в сушильном шкафу при 105 °С до постоянной массы и рассчитывают содержание крупного и среднего песка.

Подготовка к взятию проб. Пробы из цилиндра берут через разные промежутки времени пипеткой на 20–25 мл с отметками для разной глубины.

Всего берут четыре пробы (табл. 5). Сроки взятия проб зависят от плотности твердой фазы почвы и температуры суспензии. Плотность твердой фазы определяют заранее или пользуются примерными данными (г/см³): для почв легкого гранулометрического состава, а также гумусовых и пахотных горизонтов с содержанием гумуса менее 5 % – 2,6 г/см³; для гумусовых и пахотных горизонтов с содержанием гумуса более 5% (черноземы оподзоленные, выщелоченные, типичные и обыкновенные) – 2,4; для остальных нижележащих минеральных горизонтов с содержанием гумуса менее 1 % – 2,7 г/см³.

Взятие проб. Закрывают цилиндр пробкой и взбалтывают почвенную суспензию десятикратным переворачиванием цилиндра вверх дном и обратно. После последнего оборота цилиндр ставят на стол и засекают время отстаивания. Если цилиндр без пробки, взбалтывают мешалкой быстрыми движениями вверх и вниз в течение одной минуты.

За минуту до истечения срока отстаивания цилиндр ставят под пипетку и осторожно опускают ее на заданную глубину.

Взятую пробу выпаривают на этернитовой плитке до полного высыхания, высушивают в сушильном шкафу при 105 °С до постоянной массы и взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г.

Засасывание проб в пипетку следует проводить в течение 20–30 с. Для первой пробы с диаметром частиц менее 0,05 мм время, затраченное на ее взятие, может отразиться на точности анализа, поэтому пробу следует начинать брать на 10 с раньше и заканчивать на 10 с позже времени, указанного в табл. 5.

Таблица 5

Глубина взятия пробы и сроки отстаивания

№ пробы	Диаметр частиц, мм	Глубина взятия пробы, см	Время отстаивания при разных температурах		
n_1	0,25–0,05	25	2 мин 15 с	2 мин 12 с	2 мин 9 с
n_2	0,05–0,01	10	22 мин 31 с	22 мин 1 с	21 мин 30 с
n_3	0,01–0,005	10	1 ч 30 мин 5 с	1 ч 28 мин 3 с	1 ч 26 мин 1 с
n_4	0,005–0,001	7	26 ч 16 мин 25 с	25 ч 40 мин 48 с	25 ч 5 мин 12 с

После каждого отбора пробы содержимое цилиндра равномерно перемешивают в течение 1 минуты, опуская и поднимая мешалку.

Последовательно отобрать все фракции и заполнить табл. 6. Время отстаивания необходимо отсчитать после каждого взбалтывания. После взятия проб доливать цилиндр водой нельзя.

Взятие проб. Закрывают цилиндр пробкой и взбалтывают почвенную суспензию десятикратным переворачиванием цилиндра вверх дном и обратно. После последнего оборота цилиндр ставят на стол и засекают время отстаивания. Если цилиндр без пробки, взбалтывание производят мешалкой быстрыми движениями вверх и вниз в течение одной минуты.

За минуту до истечения срока отстаивания цилиндр ставят под пипетку и осторожно опускают на заданную глубину.

Взятую пробу выпаривают на этернитовой плитке до полного высыхания, высушивают в сушильном шкафу при 105 °С до постоянной массы и взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г.

Засасывание проб в пипетку следует проводить в течение 20–30 с. Для первой пробы с диаметром частиц менее 0,05 мм время, затраченное на ее взятие, может отразиться на точности анализа, поэтому пробу следует начинать брать на 10 с раньше и заканчивать на 10 с позже времени, указанного в табл. 5.

После каждого отбора пробы содержимое цилиндра равномерно перемешивают в течение 1 минуты, опуская и поднимая мешалку.

Последовательно отобрать все фракции и заполнить табл. 6. Время отстаивания необходимо отсчитать после каждого взбалтывания. После взятия проб доливать цилиндр водой нельзя.

Таблица 6

Форма записи результатов взвешивания частиц

Показатели	Размер фракций, мм				
	Крупный и сред- ний песок (ситечко)	Номер стаканчика			
		n_1	n_2	n_3	n_4
	1–0,25	$\leq 0,05$	$\leq 0,01$	$\leq 0,005$	$\leq 0,001$
Масса стаканчика, г					
Масса стаканчика с пробами, г					
Масса проб, г					
Объем взятой пробы, мл					
Содержание пробы, %					

Расчет результатов гранулометрического анализа

Содержание крупного и среднего песка (1–0,25 мм) вычисляют по формуле

$$P_k \text{ и } P_c = \frac{100mK_w}{m},$$

где P_k и P_c – количество крупного и среднего песка, % массы частиц, оставшихся на сите, г;

100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;

K_w – коэффициент пересчета на сухую почву;

m – навеска почвы, взятая для анализа.

Содержание частиц первой пробы вычисляют по формуле

$$n_1 = \frac{m_1 V \cdot 100 \cdot K_w}{V_1 m},$$

где n_1 – содержание частиц первой пробы, %;

m_1 – масса первой пробы, г;

V – объем суспензии в цилиндре, мл;

100 – коэффициент пересчета на 100 г почвы;

V_1 – объем пробы, взятой пипеткой, мл;

m – навеска почвы, взятая для анализа г;

K_w – коэффициент пересчета на сухую почву.

По этой же формуле рассчитывают содержание частиц II, III и IV проб (n_2, n_3, n_4).

Содержание *крупной пыли* (0,05...0,01) находят путем вычитания $n_1...n_2$, *средней пыли* (0,01...0,005 мм) – $n_2...n_3$ *мелкой пыли* (0,005...0,001) – $n_3...n_4$; содержание *ила* равно количеству частиц IV пробы.

Содержание мелкого песка (0,25...0,05 мм) находят по разности:

$$P_m = 100 - (P_k \text{ и } P_c + n_1),$$

где P_m – содержание мелкого песка, %;

P_k и P_c – содержание крупного и среднего песка, %;

n_1 – содержание частиц I пробы, %.

При подсчетах из массы фракции < 0,001 мм вычитают поправку, соответствующую содержанию в суспензии пептизатора (при внесении 20 мл 4 %-го раствора пиррофосфата натрия и объеме пипетки 25 мл она равна 0,02 г).

При анализе засоленных почв может произойти полная или частичная коагуляция суспензии в цилиндре. В таких случаях пробу не берут, а цилиндр с суспензией оставляют на 1–2 суток до полного осветления жидкости.

После осветления жидкость сливают и определяют в ней содержание солей (плотный остаток). Из плотного остатка вычитают поправку, соответствующую содержанию пептизатора (0,02 г в 25 мл).

Массу плотного остатка вычитают из массы взятой навески почвы и в дальнейшем все расчеты содержания механических фракций ведут в % к массе бессолевой навески.

К осадку в цилиндре вновь приливают 20 мл 4 %-го раствора пиррофосфата натрия, тщательно перемешивают, доводят объем до 1 л и анализируют суспензию методом пипетки.

Пример формы записи и определения гранулометрического состава представлен в табл. 7.

Применение результатов анализа. Изобразить результаты анализа гранулометрического состава можно в виде графика (рис. 1).

На основании полученных результатов, определив гранулометрический состав образца почвы по классификации Н. А. Качинского (см. табл. 3), можно описать полученный результат определения гранулометрического состава почвы по горизонтам и в целом по профилю. Это позволит выявить ход почвообразовательных процессов, что, в свою очередь, объяснит вынос или иллювиирование различных веществ по профилю (например, гумуса), образование структуры, распределение влаги и т. д.

Таблица 7

Гранулометрический состав (почва, расчет фракций)

Разрез, глубина, см	Размер механических элементов, мм, их название						
	1...0,25	0,25... 0,05	0,05... 0,01	0,01... 0,005	0,005... 0,001	< 0,001	< 0,01
	Круп- ный и средний песок	Мелкий песок	Круп- ная пыль	Сред- няя пыль	Мелкая пыль	Ил	Физиче- ская глина
	Условные обозначения, расчет и содержание, %						
	с сита	по раз- ности	n_1-n_2	n_2-n_3	n_3-n_4	n_4	n_2
P1 15–34	25,5	22,0	30,2	6,3	3,4	12,6	22,3

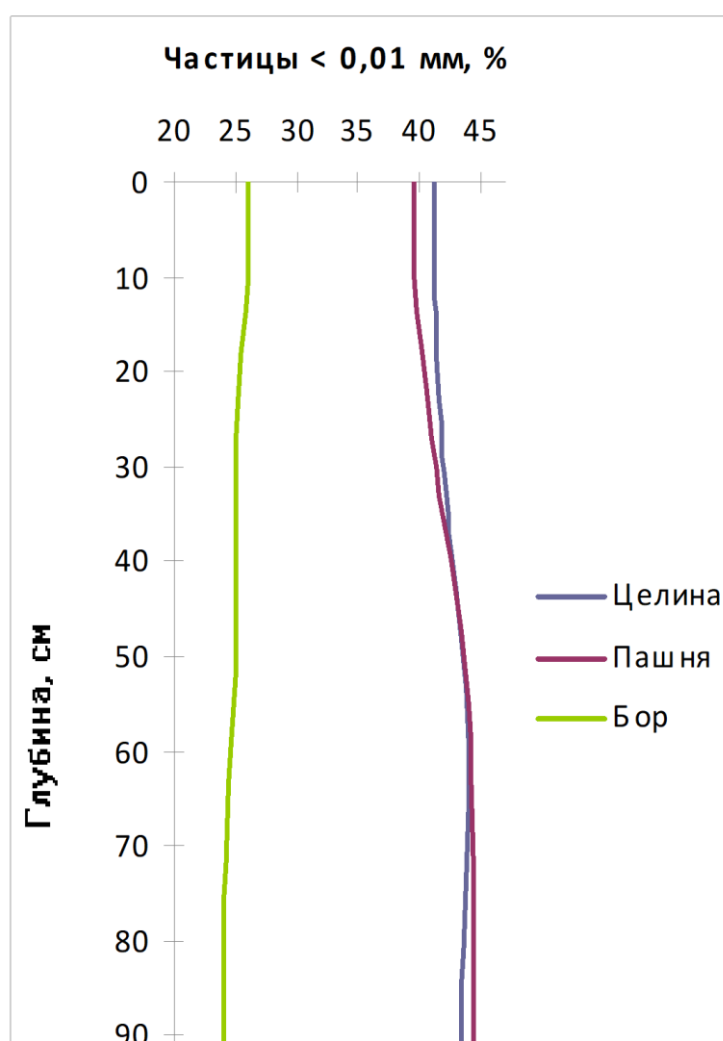


Рис. 1. Гранулометрический состав почвы

Работа 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АГРЕГАТНОГО СОСТАВА ПОЧВЫ МЕТОДОМ Н. И. САВИНОВА

Почвенный агрегат – естественное почвенное трехмерное образование из почвенных микроагрегатов и (или) элементарных почвенных частиц в результате их соединения прочными связями и соединениями различной природы: коагуляция коллоидов, органическое вещество почвы, ионами Са, Al, Fe.

Структурность почвы (агрегатный состав) – это способность почвы распадаться на отдельные (почвенные агрегаты) при механической обработке.

В почвоведении структура почвы рассматривается, с одной стороны, как морфологический признак, а с другой — как агрономическая характеристика.

С морфолого-генетической точки зрения структура почвы – это, прежде всего, форма физического проявления ее сложения, т. е. естественной организации твердых компонентов почвы и промежутков между ними.

Структура почвы характеризует наличие и взаимное расположение в почвенном теле агрегатов определенной формы и размеров. Если в почве имеются естественные агрегаты какой-то формы, она называется структурной.

Если почва не распадается на естественные структурные отдельные, а имеет сыпучее состояние, как песок или пыль, то она называется бесструктурной раздельно-частичной; если же почва не распадается на агрегаты, а выламывается большими бесформенными массами, то она будет характеризоваться как бесструктурная массивная. Все почвы полиагрегатны. Речь может идти лишь о преобладании каких-то форм и размеров.

Таким образом, в морфологическом понимании – структура – это форма отдельных или агрегатов.

В агрономическом смысле роль структуры в формировании агрофизических свойств почвы зависит от размера, формы, прочности и особенности сложения структурных отдельных.

В зависимости от размера структурные отдельные подразделяются на микро- (< 0,25 мм), мезо- (0,25...10 мм) и макроагрегаты (> 10 мм). Такое разделение подкрепляется определенным физическим смыслом, в частности, их различной устойчивостью к разрушению.

Наиболее ценными являются мезоагрегаты, т. е. агрегаты размером 0,25...10 мм. При этом почва считается хорошо оструктуренной, если содержание в ней мезоагрегатов превышает 55 %, а сами мезоагрегаты являются устойчивыми к механическому разрушению.

От устойчивости к разрушению мезоагрегатов во многом зависит способность почвы сохранять агрофизические свойства в благоприятном для растений состоянии при ее увлажнении и многократных обработках. В тех же целях, но для более полной оценки структурного состояния почв, введено понятие **коэффициента структурности почвы**.

Под этим коэффициентом понимают отношение процентного содержания в почве мезоагрегатов (т. е. агрегатов размером от 0,25 до 10 мм) к суммарному процентному содержанию структурных отдельностей менее 0,25 мм и более 10 мм.

Необходимо иметь ввиду, что не всякая водопрочная структура агрономически ценная. С агрономической точки зрения различаются истинные и ложные агрегаты (псевдоагрегаты). Истинные агрегаты имеют большую пористость и водопрочность, а псевдоагрегаты малопористые, плотны и нестойки в воде либо, наоборот, абсолютно водостойки вследствие цементации.

Важно, чтобы водопрочные агрегаты имели рыхлую упаковку, были пористые и обладали способностью легко воспринимать воду, чтобы в их поры легко проникали корневые волоски и микроорганизмы.

При плотной упаковке агрегатов пористость их низкая (30...40%), поры тонкие, в них с трудом проникают микроорганизмы и корневые волоски. Водопрочность таких агрегатов обусловлена слабым проникновением в поры воды. Такая структура в агрономическом отношении не является ценной.

При наличии агрономически ценной структуры, то есть при преобладании почвенных агрегатов размером 0,25...10 мм, в почве создается благоприятное сочетание капиллярной и некапиллярной пористости.

Структурная почва хорошо поглощает воду и резко снижает поверхностный сток, а следовательно, смыл и размыв почвы, а структурные комочки размером более 1–2 мм устойчиво противостоят развеванию ветром.

Благоприятное влияние на агрономические свойства почв оказывает и микроструктура при условии ее пористости и водопрочности.

Наилучшими являются микроагрегаты размером 0,25...0,05 и 0,05... и 0,01 мм. Микроагрегаты размером средней пыли (0,01...0,005 мм) затрудняют водо- и воздухопроницаемость, способствуют повышению испаряющей способности почв.

В засушливых условиях, где аэрация достаточна, важно ослабить испаряемость, поэтому здесь благоприятнее более мелкий размер агрегатов, но надо иметь ввиду, что *при наличии в верхнем слое пахотной почвы менее 50 % агрегатов крупнее 1–2 мм почва становится податливой к ветровой эрозии.*

Распределение структурных агрегатов в массе почвы в соответствии с их размерами называется структурным составом почвы, его определяют простым ситовым анализом (Метод Н. И. Савинова).

Сущность метода Н. И. Савинова заключается в определении количества агрегатов разного размера методом «сухого» просеивания, а водопрочных агрегатов – методом «мокрого» просеивания.

При мокром просеивании можно заменить наиболее простым методом определения водопрочности почвенной структуры по Никольскому (описан ниже).

Оборудование

Набор почвенных сит, весы технические, литровый стеклянный цилиндр, фарфоровые чашки, плитка.

Ход анализа

Сухое просеивание. Из образца нерастертой воздушно-сухой почвы берут среднюю пробу 0,5...2,5 кг. Из пробы выбирают камни, гравий, корни и другие включения, если они имеются. Пробу просеивают через набор сит с диаметрами отверстий 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. Набор сит должен иметь крышку и поддон. Почву просеивают порциями (100...200 г), аккуратно встряхивая. При разъединении каждое сито еще раз встряхивают постукиванием по его ребру ладонью руки, для того чтобы освободить из отверстий застрявшие в них агрегаты. Каждую фракцию агрегатов отдельно собирают, взвешивают и рассчитывают ее процентное содержание. Фракцию размером < 0,25 мм вычисляют по разности между массой почвы, взятой для анализа, и суммой фракции > 0,25 мм. За 100 % принимается взятая для анализа навеска за вычетом массы включений (камни, гравий и др.). По данным сухого просеивания определяют коэффициент структурности:

$$K_{стр} = \frac{A}{B},$$

где $K_{стр}$ – коэффициент структурности;

A – сумма агрегатов размером от 0,25 до 10 мм, %;

B – сумма агрегатов < 0,25 мм и комков > 10 мм, %.

Результаты агрегатного анализа оформляют по следующей форме (табл. 8).

Таблица 8

Агрегатный состав почвы

Горизонт, глубина, см	Размер фракций, мм, содержание, %								
	> 10	10...7	7...5	5...3	3...2	2...1	1...0,5	0,5...0,25	< 0,25
А 0...25	51,0/0	6,9/0	6,5/0	6,7/0,5	4,0/1,0	5,0/6,7	4,2/22,3	3,5/18,4	12,2/51,1

Примечание. В числителе – сухое просеивание; в знаменателе – мокрое (если оно определялось).

Работа 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОПРОЧНОСТИ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПО МЕТОДУ НИКОЛЬСКОГО

О значении водопрочности почвенной структуры уже было сказано выше. Интересный по простоте и доступности метод Н. Н. Никольского по ее определению может быть применен при изучении почвенной структуры.

Оборудование. Набор почвенных сит, чашки Петри, фильтры, стеклянные палочки.

Ход работы

Провести ситовой анализ структуры почвы (см. работу выше: сухое просеивание).

Из каждой фракции агрегатов, кроме двух последних, взять по 10...15 агрегатов (в зависимости от их крупности) и поместить каждую фракцию отдельно и равномерно по дну чашки Петри на фильтры, на таком расстоянии, чтобы структурные отдельности не сливались. Осторожно, добавляя по палочке воду в чашки, довести ее уровень до 2 см над агрегатами. Оставить чашки стоять 20 мин.

Подсчитать количество прочных агрегатов. Прочными считаются агрегаты, которые после 20-минутного размачивания при слабом и осторожном перемешивании их стеклянной палочкой не распадаются.

Вычислить процент водопрочных агрегатов по формуле

$$A = 100 B/C,$$

где A – содержание водопрочных агрегатов в данной фракции, %;

B – количество сохранившихся агрегатов, шт.;

C – количество взятых для анализа агрегатов, шт.

Результаты записать по следующей форме (табл. 9).

Таблица 9

Результаты анализа

Ход работы	Размеры фракций, мм					
	> 10	10...7	7...5	5...3	3...2	2...1
Взято агрегатов для определения (в шт.)						
Сохранилось агрегатов после 20 мин размачивания (в шт.)						
Процентное содержание водопрочных агрегатов во фракции						

Результаты определения водопрочности почвенной структуры следует представить в виде графика. На оси ординат (вертикальной) откладывается процентное содержание водопрочных агрегатов, а по оси абсцисс (горизонтальной) – размер структурных отдельностей.

Необходимо подсчитать среднюю водопрочность агрегатов от 1 до 5 мм (суммировать проценты водопрочности и разделить на число фракций) и дать оценку водопрочности (табл. 10).

Таблица 10

Оценка водопрочности агрегатов

Средняя водопрочность агрономически ценных агрегатов, %	Оценка водопрочности агрегатов
Более 50	Водопрочная
50...20	Средневодопрочная
Менее 20	Не водопрочная

Теперь можно дать заключение, как изменяется водопрочность агрегатов в зависимости от их величины. Чем больше содержание в почве водопрочных агрегатов, тем выше ее агропроизводственная ценность.

Интерпретация данных анализа и агроэкологическая оценка структурного состояния

Результаты определения водопрочности почвенной структуры должны быть представлены и в виде графика. На оси ординат (вертикальной) откладывается процентное содержание водопрочных агрегатов, а по оси абсцисс (горизонтальной) – размер структурных отдельностей.

По результатам агрегатного анализа вычисляют коэффициент структурности, под которым понимается отношение количества агрегатов от 0,25 до 10 мм (в %) к суммарному содержанию агрегатов меньше 0,25 и больше 10 мм (в %). Чем больше A_{cmp} , тем лучше структура почвы.

Для оценки структурного состояния почв С. И. Долгов и П. У. Бахтин предложили следующую шкалу (табл. 11).

Таблица 11

Оценка структурного состояния почвы (по П. У. Бахтину)

Содержание агрегатов 0,25-10 мм, % от массы воздушно-сухой почвы		Оценка структурного состояния
Сухое просеивание	Мокрое просеивание	
> 80	> 70	Отличное
80...60	70...55	Хорошее
60...40	55...40	Удовлетворительное
40...20	40...20	Неудовлетворительное
< 20	< 20	Плохое

Можно отметить, что при содержании мезоагрегатов около 40 % структурное состояние почвы считается удовлетворительным, а менее 40 неудовлетворительным (табл. 11).

От устойчивости к разрушению мезоагрегатов во многом зависит способность почвы сохранять агрофизические свойства в благоприятном для растений состоянии при ее увлажнении и многократных обработках. В тех же целях, но для более полной оценки структурного состояния почв, введено понятие коэффициента структурности почвы.

Под этим коэффициентом понимают отношение процентного содержания в почве мезоагрегатов (т. е. агрегатов размером от 0,25 до 10 мм) к суммарному процентному содержанию структурных отдельных частей менее 0,25 мм и более 10 мм.

Для расчета критерия водопрочности, показывающего относительное содержание водопрочных агрегатов, выраженное в % от общего содержания агрегатов размером от 1 до 0,25 мм, предложена формула

$$A = \frac{C_{en} \cdot 100}{C},$$

где A – критерий водопрочности, %;

C – содержание агрегатов размером от 1 до 0,25 мм при сухом просеивании, %;

C_{en} – содержание водопрочных агрегатов размером от 1 до 0,25 мм, %.

Вычислив коэффициент структурности, можно констатировать, что чем больше коэффициент структурности, тем лучше структура почвы.

Устойчивость структуры к механическому воздействию (связность) и способность не разрушаться при увлажнении (водопрочность) определяют сохранение почвой благоприятного сложения при многократных воздействиях и увлажнении.

При отсутствии этих качеств структурные отдельные части быстро разрушаются при обработке, выпадении дождей или орошении, и почва становится бесструктурной. Во влажном состоянии такая почва заплывает, при подсыхании образует корку.

С агропроизводственной точки зрения наиболее ценны структурные отдельные части почвы имеют размер от 1 до 5 мм. Поэтому прежде всего необходимо установить процентное содержание в почве структурных отдельных частей этого размера. Это делается суммированием процентного содержания в почве фракций 1...2 мм, 2...3 мм, 3...5 мм. Чем больше в почве структурных отдельных частей указанного размера, тем лучше. Какие-либо градации достоинства почв в зависимости от того или иного содержания в ней структурных отдельных частей установить трудно. Можно ориентироваться, однако, на то, что хорошо структурные почвы содержат агрегатов размером от 1 до 5 мм более 80 %, средне структурные – от 30 до 80 % и плохо структурные – менее 30 %. Нередко содержание указанной структурной фракции достигает лишь 5...10 %. Такие почвы почти бесструктурные.

Работа 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОАГРЕГАТНОГО СОСТАВА ПОЧВЫ МЕТОДОМ Н. А. КАЧИНСКОГО

Микроагрегатный состав почвы — это относительное содержание в почве структурных отдельностей объемом менее 0,25 мм (по некоторым классификациям 0,01...0,25 мм). Микроагрегаты состоят из глинистых и илистых частиц, частиц органического вещества, остатков растений и грибов. Специфика организации микроагрегатов напрямую ассоциирована с их физическими свойствами: связностью (механическая прочность), устойчивость к размывающему действию воды (водопрочностью) и пористостью. У микроагрегатов основную связующую роль между пылеватыми и песчаными элементарными почвенными частицами играют именно илистые частицы.

Факторы создания микроагрегатов часто способствует образованию прочной комковато-зернистой структуры, которая обеспечивает создание оптимальных условий для роста растений и почвообитающих животных, а также достаточного запаса питательных элементов в почве.

Оборудование: колба на 500 мл, другое оборудование как при определении гранулометрического состава.

Принцип метода Н. А. Качинского заключается в определении содержания агрегатов размером от 1 до 0,001 мм пипеткой, аналогично определению гранулометрического состава. Различия заключаются в подготовке почвы к анализу. При проведении микроагрегатного анализа не применяют химических способов разрушения микроагрегатов.

Подготовка почвы к анализу. Навеску воздушно-сухой почвы (10 г для глин и тяжелых суглинков; 15 г — для средних и 10 г — для легких), растертой пестиком с резиновым наконечником и пропущенной через сито с отверстиями 1 мм, отвешивают на аналитических весах.

Почву высыпают в колбу на 500 мл, приливают 250 мл дистиллированной воды и оставляют на сутки. Затем колбу, закрытую пробкой, встряхивают на мешалке с горизонтальными толчками в течение 2 ч. После этого содержимое колбы переносят в литровый цилиндр через сито с отверстиями 0,25 мм и доливают дистиллированной водой до метки.

Определение и расчет содержания микроагрегатов пыли и ила проводят с помощью пипетки, как при определении гранулометрического состава.

В засоленных почвах вместо дистиллированной воды в ходе анализа используют водную вытяжку из данной почвы. Ее получают при соотношении почвы и воды 1:25. Пропущенные через сито с ячейкой 1 мм 40 г почвы, помещают в колбу объемом 1,5 л, заливают 1000 мл воды и выдерживают 24 ч. После этого встряхивают в течение 5 мин и отфильтровывают.

Результаты определения микроагрегатного состава оформляют по форме, аналогичной оформлению результатов гранулометрического состава (табл. 7).

Использование результатов анализа

Оценка структурного состояния почвы по результатам микроагрегатного анализа проводится совместно с результатами анализа гранулометрического состава (см. работу 3).

Оценка структурного состояния почвы по результатам микроагрегатного и гранулометрического анализов

Предложено несколько формул для расчета коэффициентов, характеризующих структурное состояние почв.

Фактор дисперсности (K) по Н. А. Качинскому – характеризует степень разрушения агрегатов в воде и выражается отношением частиц (< 0,001) ила «микроагрегатного» к илу «гранулометрическому»:

$$K = \frac{a}{b} \cdot 100,$$

где a – содержание ила при микроагрегатном анализе, %;

b – содержание ила при гранулометрическом анализе, %.

Чем выше фактор дисперсности, тем меньше водопрочность микроструктуры.

Фактор структурности (K_c) по Фагелеру – характеризует водоустойчивость агрегатов. Рассчитывается по формуле

$$K_c = \frac{b-a}{b} \cdot 100$$

Обозначения те же, что и при расчете фактора дисперсности.

Степень агрегативности (K_a) по Бейверу:

$$K_a = \frac{a-b}{a} \cdot 100,$$

где a – количество микроагрегатов 0,05 мм при микроагрегатном анализе, %;

b – количество механических элементов 0,05 мм при гранулометрическом анализе, %.

Интерпретация результатов по Бэйверу:

- > 90 – очень высокая микроагрегированность;
- 80...90 – высокая;
- 65...80 – хорошая;
- 50...65 – удовлетворительная;
- 35...50 – слабая;
- 20...35 – весьма слабая;
- < 20 – низкая.

Гранулометрический показатель структурности (P) по А. Ф. Вадюниной рассчитывается по результатам гранулометрического состава и характеризует потенциальную способность почвы к оструктуриванию. Механические элементы при этом разделяются на активные, обладающие цементирующей способностью, и пассивные.

В почвах с пониженным содержанием гумуса (до 2 %) активной фракцией является только ил; в почвах с содержанием гумуса более 2 % – или мелкая пыль. Отсюда различия в формулах:

- для почв с содержанием гумуса > 2 %

$$P = \frac{a+b}{c} \cdot 100;$$

- для почв с содержанием гумуса < 2 %

$$P = \frac{a}{b+c} \cdot 100,$$

где a – количество ила, %;

b – количество мелкой пыли, %;

c – количество средней и крупной пыли, %.

Работа 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ ПОЧВЫ

Плотностью твердой фазы почвы называется вес абсолютно сухих почвенных частиц при сплошном заполнении ими единицы объема. Ее определяют из растертого образца почвы пикнометрическим методом.

Принцип метода – определение объема какой-либо навески почвы при вытеснении ею воды.

Оборудование

Аналитические весы, фарфоровые чашки, пикнометры, электрическая плитка, колба с водой.

Ход анализа

На аналитических весах берут 10 г воздушно-сухой почвы с точностью до 0,001 г в небольшую фарфоровую чашку.

Дистиллированную воду 200...250 мл кипятят в колбе около получаса для удаления растворенного в ней воздуха и охлаждают до комнатной температуры. Затем пикнометр на 100 мл наполняют точно до метки этой водой и взвешивают на аналитических весах.

Пикнометр во время работы нужно брать только за горлышко и не нагревать его рукой, так как даже незначительные колебания температуры отражаются на точности определения показателя плотности твердой фазы почвы.

После взвешивания из пикнометра отливают примерно половину воды и, вставив в его горлышко воронку, осторожно пересыпают взятую почву в пикнометр. Смывают приставшие к воронке и чашке твердые частицы почвы дистиллированной водой в пикнометр и кипятят его содержимое на электрической плитке 30 мин, не допуская разбрызгивания.

После кипения пикнометр охлаждают до первоначальной температуры, доливают оставшейся прокипяченной водой до метки (*температура пикнометра с водой и почвой должна быть одинаковой с исходной температурой пикнометра с водой*) и взвешивают вторично. Если охлаждение пикнометра проводят в сосуде с водой, наружные стенки его перед взвешиванием необходимо тщательно обтереть фильтровальной бумагой. Вычисление плотности твердой фазы почвы производят по формуле

$$d = M/(M + B - C),$$

где d – плотность твердой фазы почвы, г/см³;

M – масса сухой почвы, г;

B – масса мерной колбы с водой, г;

C – масса мерной колбы с водой и почвой, г.

Использование результатов анализа

Плотность твердой фазы почвы всегда выше плотности сложения. Плотность минеральных горизонтов почвы находится в пределах 2,60...2,75 г/см³; гумусовых горизонтов – 2,4...2,6 г/см³; торфяных горизонтов и горизонтов лесных подстилок – 1,4...1,8 г/см³. Показатели плотности твердой фазы используют для вычисления пор. Плотность твердой фазы почвы всегда выше плотности сложения. Плотность минеральных горизонтов почвы находится в пределах 2,60...2,75 г/см³; гумусовых горизонтов – 2,4...2,6 г/см³; торфяных горизонтов и горизонтов лесных подстилок – 1,4...1,8 г/см³.

Работа 8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ СЛОЖЕНИЯ

Плотность почвы - масса сухого вещества почвы в единице ее объема ненарушенного естественного сложения (объем почвы включает поры).

В лабораторных условиях при проведении модельных и вегетационных опытов часто возникает потребность определения плотности из рассыпного образца с нарушенным сложением.

Принцип метода: определение массы отобранного образца почвы в определенном объеме.

Определение плотности почвы из рассыпного образца. В предварительно взвешенный на техномических весах металлический цилиндр (высотой 10 см и диаметром 5 см) насыпают нерастертую почву. По мере накопления почву уплотняют осторожным постукиванием ладонью руки. Цилиндр с почвой взвешивают. Вычисляют плотность почвы по формуле

$$d_v = m/V,$$

где m – масса абсолютно сухой почвы, г;

V – объем, занимаемый образцом почвы, г/см³;

d_v – плотность сложения.

Массу сухой почвы (t) находят по формуле:

$$t \% = m 100/100 + W,$$

где m – масса влажной почвы (г);

W – гигроскопическая влажность (%).

Объем цилиндра (V , г/см³) находят по формуле

$$S = \pi r^2,$$

где r – радиус цилиндра,

π – константа, приблизительно равная 3,14;

h – высота цилиндра.

Использование результатов анализа

Показатели плотности используются для агрономической и генетической характеристики почв и для пересчета данных о содержании каких-либо веществ в почве и их запасов в определенном слое.

Зная плотность сложения, можно посчитать запасы различных веществ (гумуса, воды, солей и др.) в любых слоях почвы.

Например, рассчитать общий запас воды в почве:

$$B = W \cdot d_v \cdot H,$$

где B – запас воды, т/га,

W – влажность почвы, %,

d_v – плотность сложения, г/см³.

Можно рассчитать руднодоступный запас влаги ($TЗВ$):

$$TЗВ = ВЗ \cdot H \cdot d,$$

где $ВЗ$ – влажность завядания, %;

H – мощность слоя, см,

d_v – плотность сложения, г/см³.

Влажность завядания ($ВЗ$) определяется как:

$$ВЗ = 1,34 \cdot МГ,$$

где $МГ$ – максимальная гигроскопичность, %;

1,34 – коэффициент, применяемый в почвоведческой практике; в метеорологии используют коэффициент 1,5.

Продуктивный запас влаги ($ПЗВ$, %) будет равен:

$$ПЗВ = В - ТЗП.$$

Показатели плотности твердой фазы используют при интерпретации результатов анализа гранулометрического состава почвы и для вычисления пористости почвы.

Пористость – суммарный объем всех пор почвы, зависящая от структуры, содержания органики, грансостава, культурного состояния почвы и может составлять 25...80 % общего объема почвы.

Наибольшая пористость встречается в органогенных горизонтах: лесных подстилках, травяном войлоке, торфах (90...98 %).

Торф низинных болот имеет меньшую пористость, чем торф верховых болот. В минеральных гумусовых горизонтах пористость 55...65 % за счет рыхлости, хорошей структуры, наличия ходов растений и насекомых. В нижних безгумусных горизонтах пористость может уменьшаться до 55 % в суглинистых и глинистых и до 40 % в песчаных.

На практике пористость $P_{общ}$ обычно изучают расчетным методом:

$$P_{общ} = \frac{d - d_v}{d} \cdot 100 \%,$$

где d – плотность твердой фазы, г/см³;

d_v – плотность сложения, г/см³.

Пористость общая должна быть не < 40 % от объема почвы (табл. 12).

Оценка общей пористости почв по Н. А. Качинскому

Пористость, %	Оценка
> 70	Избыточно пористая
70...55	Отличная
55...50	Удовлетворительная
< 50	Неудовлетворительная
45...25	Чрезмерно низкая (характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов)

Капиллярная пористость, занятая водой, определяется по формуле:

$$P_w = d_v \cdot W, \%$$

где P_w – капиллярная пористость, %;

d_v – плотность сложения, г/см³;

W – влажность почвы, %.

Капиллярная пористость должна быть в пределах 50...60 % общей пористости.

Рассчитывается пористость аэрации (некапиллярной, занятой воздухом) по формуле

$$P_{aэр} = P_{общ} - P_w,$$

где $P_{aэр}$ – пористость аэрации, %;

$P_{общ}$ – пористость общая, %;

P_w – капиллярная пористость, %.

Оптимальным является высокое содержание капиллярных пор (50...60 % от общей пористости), заполненных водой. Но пористость аэрации должна быть не < 40 % от общей пористости.

При наличии в почве 60...75 % воды и 40...25 % воздуха общей пористости для растений создаются относительно нормальные условия водо- и воздухообеспечения, но оптимальным является соотношение воды и воздуха 1:1.

Наглядное представление о полученных результатах физических свойств почв дает их изображение по профилю в виде графиков (рис. 2).

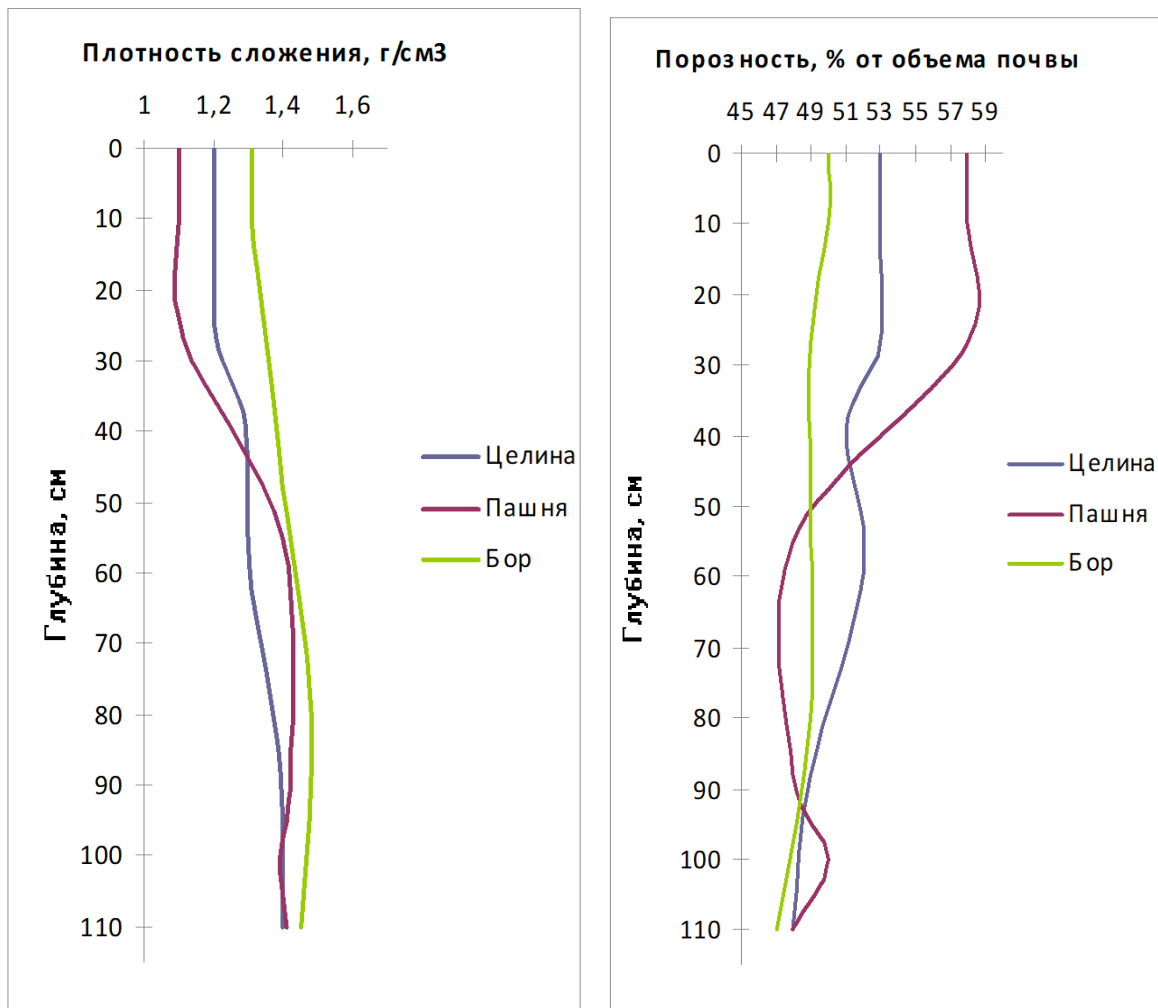


Рис. 2. Графическое изображение результатов исследования общих физических свойств почвы

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

РАБОТА 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ПОЧВЕ ПО МЕТОДУ И. В. ТЮРИНА

Гумус почвы – сложный динамический комплекс органических соединений, образующихся при разложении и гумификации органических остатков в почве.

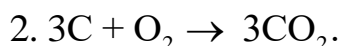
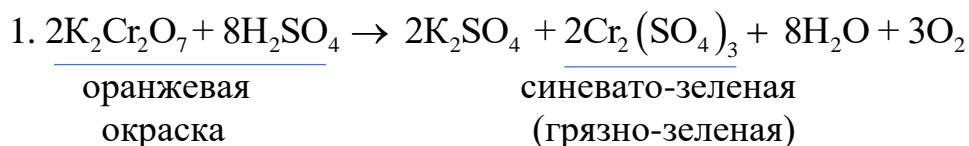
Гумификация – совокупность сложных биохимических, физико-химических и химических процессов превращения органических остатков в гумусовые вещества.

Скорость и характер гумусообразования зависят от целого ряда условий, факторов почвообразования и свойств почвы (аэробные и анаэробные условия, количество влаги в почве, ее температурный режим, количество и состав органических остатков, вид микроорганизмов, гранулометрический, химический, минералогический состав почвы, ее физико-химические и другие свойства).

Содержание гумуса в почвах также зависит от условий и характера почвообразовательного процесса. Максимум гумуса образуется в верхнем горизонте почв и колеблется в пределах 1...15 %, резко или постепенно уменьшаясь с глубиной. Наиболее благоприятные условия для накопления гумуса складываются в черноземах, имеющих благоприятные условия воздухо-, тепло- и водообеспеченности.

Принцип метода. Метод основан на окислении углерода гумусовых веществ до CO_2 раствором 0,4 н. двуххромовокислого калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) в серной кислоте (H_2SO_4), разведенной в дистиллированной воде в объемном отношении 1:1 при нагревании на кипящей водяной бане.

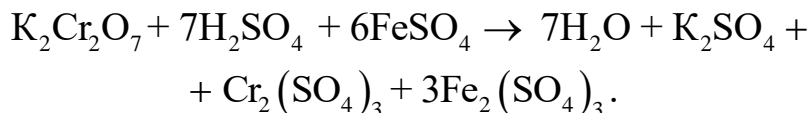
По количеству хромовой смеси, пошедшей на окисление органического вещества, определяют его содержание в почве. Реакция окисления протекает по следующим уравнениям:



В результате окислительно-восстановительной реакции некоторая часть $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ затрачивается на окисление гумуса и меняет оранжевую окраску на синевато-зеленую (грязно-зеленую).

Остаток хромовой кислоты, неизрасходованный на окисление гумуса, оттитровывают 0,2 н. раствором соли Мора в присутствии индикатора – фенилантраниловой кислоты.

При титровании остатка хромовой кислоты солью Мора, представляющей из себя двойную соль $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, идет следующая реакция:



В начале титрования жидкость приобретает темно-красно-фиолетовую окраску, которая затем переходит в синюю, а к концу титрования в грязно-зеленую.

Оборудование и реактивы. Весы аналитические или торсионные, плитка этернитовая, бюретка, колбы конические на 100 мл, воронки маленькие.

Реактивы:

1) 0,4 н раствор $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ в разбавленной H_2SO_4 (1:1).

2) 0,1 н или 0,2 н раствор соли Мора.

3) 0,2 %-й раствор фенилантраниловой кислоты.

Подготовка почвы к анализу проводится одновременно с подготовкой образцов почвы для всех анализов (работа 1).

Необходимо выполнить следующие действия, чтобы результат анализа был корректным. На кальку (белую бумагу) взять немного почвы, просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм и, используя пинцет, лупу и стеклянную палочку, тщательно отобрать корешки. Затем почву хорошо растереть в фарфоровой ступке и просеять через сито с диаметром отверстий 0,25 мм. Перенести в пакетик.

Подготовка реактивов

Приготовление 0,4 н раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ в разбавленной H_2SO_4 (1:1).

В 500 мл дистиллированной воды с подогреванием растворяют 20 г измельченного $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, фильтруют (если нужно) в термостойкую 1-литровую коническую колбу и приливают небольшими порциями по стеклянной палочке 500 мл концентрированной серной кислоты, помешивая.

Раствор охладить, перелить в бутылку с притертой пробкой, хранить в темном месте. *Срок хранения 6 мес.*

Приготовление 0,2 н раствора соли Мора. Для приготовления 0,2 н раствора помещают 80 г соли Мора (используют только голубые кристаллы, сильно побуревшие отбрасывают), в колбу емкостью 1 л и заливают 1 н раствором серной кислоты примерно на 2/3 ее объема. Раствор взбалтывают до полного растворения соли, фильтруют через двойной складчатый фильтр, добавляют дистиллированную воду до метки и хорошо перемешивают.

Раствор хранят в бутылки, изолированной от воздуха. *Срок хранения 3 мес.*

Нормальность раствора соли Мора устанавливают и проверяют по 0,1 н раствору марганцовокислого калия. В коническую колбу емкостью 250 мл бюреткой отмеряют 10 мл раствора соли Мора, прибавляют 50 мл дистиллированной воды и 1 мл серной кислоты (плотность 1,84 г/см³), титруют 0,1 н раствором марганцовокислого калия до слаборозовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин. Титрование проводят в трехкратной повторности.

Нормальность раствора соли Мора (N_1) вычисляют по формуле

$$N_1 = N_2 V_2 / V_1,$$

где V_2 – объем марганцовокислого калия, см³;

N_2 – нормальность раствора марганцовокислого калия, н;

V_1 – объем соли Мора, см³.

Срок хранения 6 месяцев.

Приготовление раствора фенилантраниловой кислоты. Отвешивают 0,2 г фенилантраниловой кислоты и растворяют при нагревании в 100 мл 0,2 %-го раствора гидроокиси натрия или карбоната натрия соды.

Для улучшения смачивания порошка индикатора берут навеску необходимо предварительно перемешать в фарфоровой чашке стеклянной палочкой с несколькими миллилитрами 0,2 %-го раствора 0,2 %-го раствора гидроокиси натрия или карбоната натрия соды до пастообразного состояния. Затем добавляют остальное количество раствора, тщательно перемешивая.

Ход анализа

На аналитических весах взять навеску почвы. Размер навески зависит от содержания гумуса (типа почвы): чем выше содержание гумуса в почве, тем меньше ее навеска. Тюрин И. В. рекомендует брать навески почвы в зависимости от окраски почвы и предполагаемого в ней содержания гумуса (табл. 13).

Таблица 13

Определение навески почвы по ее окраске
и предполагаемому содержанию гумуса

Окраска почвы	Содержание гумуса, %	Навеска почвы, г
Очень черная	10...15	0,05
Черная	7...10	0,10
Темно-серая	4...7	0,20
Серая	2...4	0,30
Светло-серая	1...2	0,40
Белесая	0,5...1	0,50

Навеску почвы осторожно перенести в коническую колбу на 100 мл, прилить из бюретки 10 мл 0,4 н раствора хромовой смеси, и содержимое осторожно перемешать круговыми движениями.

В горло колбы вставляется маленькая воронка в качестве холодильника, колба нагревается на электроплитке. Сначала появляются пузырьки CO₂, и через несколько минут начинается кипение. С момента кипения нагревание уменьшают (колбу приподнимают над плиткой) и кипятят еще 5 минут.

Если к концу кипячения жидкость приобретает зеленую окраску (хромовой смеси прилито недостаточно), необходимо прилить еще 10 мл хромовой смеси и опять прокипятить 5 минут.

Колбу охлаждают, оставляя ее на несколько минут, воронку и стенки колбы обмывают из промывалки дистиллированной водой, доводя объем до 30...40 мл, затем прибавляют 5...10 капель 2 %-го раствора индикатора – фенилантропиловой кислоты – и титруют оставшуюся после окисления гумуса хромовую смесь 0,2 н раствором соли Мора. При титровании темно-бурая окраска переходит сначала в фиолетовую, а затем в ярко-зеленую.

Титрование заканчивают при появлении зеленой окраски.

Параллельно проводят холостое титрование, вместо навески почвы используя прокаленную почву или пемзу (0,1...0,3 г). Для этого берут 10 мл хромовой смеси, добавляют 5...10 капель индикатора и оттитровывают 0,2 н раствором соли Мора до появления зеленой окраски. Результаты занести в табл. 14.

Таблица 14

Результаты определения содержания гумуса в почве

Тара + навеска, г	Масса тары, г	Навеска почвы, г	Количество соли Мора, мл, пошедшее на		Гумус, %
			холостое титрование	титрование образца	
			<i>c</i>	<i>a</i>	

Содержание гумуса рассчитывают по формуле

$$A = \frac{(a - b) \cdot K_m \cdot 100 \cdot 0,0010362 \cdot K_r}{C},$$

где *A* – содержание гумуса, %;

a – количество соли Мора, пошедшее на холостое титрование 10 мл двуххромовокислого калия, мл;

b – количество соли Мора, пошедшее на титрование остатка двуххромовокислого калия (образца), мл;

K_m – поправка к титру соли Мора;

100 – коэффициент пересчета в проценты;

0,0010362 – коэффициент пересчета углерода на гумус (1 мл 0,2 н. раствора соли Мора соответствует такому количеству гумуса);

K_2 – коэффициент гигроскопичности;

C – навеска воздушно-сухой почвы, г.

Расчет содержания гумуса можно провести через органический углерод:

$$C = \frac{100(V_1 - V_2)K_M 0,0003K_w}{m},$$

где C – содержание органического углерода, % к массе сухой почвы;

V_1 – количество соли Мора, пошедшее на холостое титрование, мл;

V_2 – количество соли Мора, пошедшее на титрование остатка хромово-кислого калия, мл;

K_M – поправка к титру соли Мора;

0,0003 – количество органического углерода, соответствующее 1 мл 0,1 н раствора соли Мора, г. При использовании 0,2 н. раствора соли Мора количество органического углерода, соответствующее 1 мл соли Мора, равно 0,0006 г; K_w — коэффициент гигроскопичности для пересчета на абсолютно сухую навеску почвы; m — навеска воздушно-сухой почвы, г.

Вычисляют процентное содержание гумуса из расчета, что в его составе содержится в среднем 58 % органического углерода (1 г углерода соответствует 1,724 г гумуса):

$$\text{Гумус(\%)} = C(\%) \cdot 1,724.$$

Запасы гумуса в т/га можно рассчитать в любом слое, зная его мощность, содержание гумуса в нем в процентах и плотность сложения:

$$ЗГ = H C d_v,$$

где $ЗГ$ – запас гумуса, т/га;

H – слой почвы, см;

C – содержание гумуса, %;

d_v – плотность сложения, г/см³.

Так как в разных слоях содержание гумуса и плотность сложения различны, то, чтобы посчитать запасы гумуса в т/га во всем профиле почвы, необходимо сложить значение этих запасов по отдельным слоям.

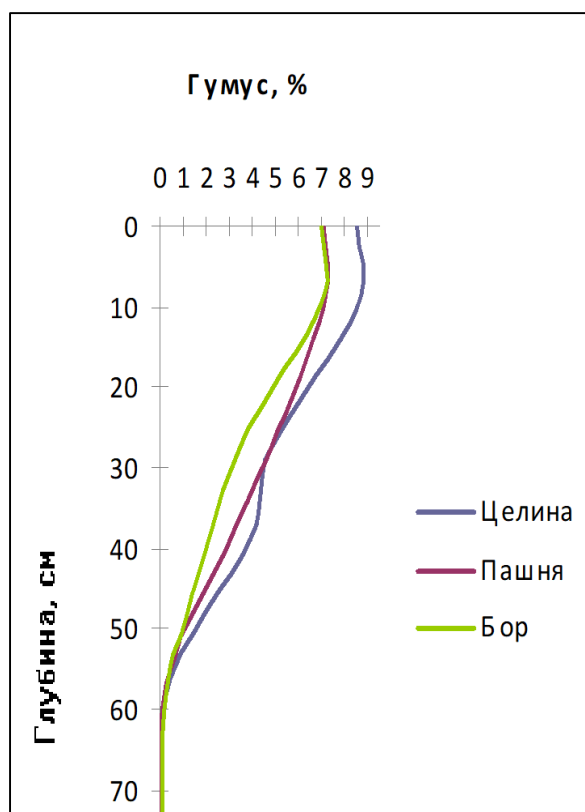
Использование результатов анализа

Данные по содержанию гумуса используют для расчета его запасов по слоям почвы на площади 1 га (см. работу 7), для оценки плодородия почвы (табл. 15), при расчете бонитета почв.

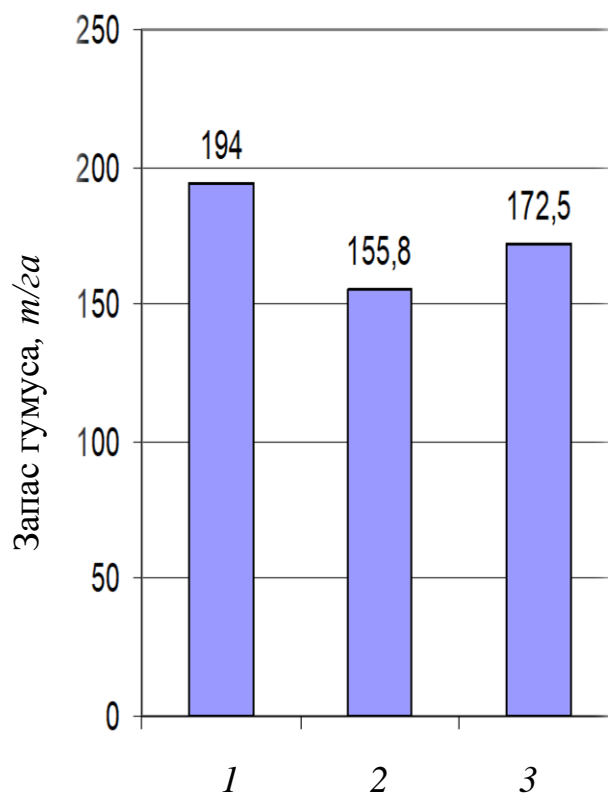
Показатели гумусного состояния почв
(по Д. С. Орлову, Л. А. Гришиной)

Содержание гумуса, %		Запасы гумуса, т/га, в слое почвы, см		Оценка запасов гумуса
Пределы содержа- ния	Уровень признака	0...20	0...100	
Более 10	Очень высокое	Более 200	Более 600	Очень высокие
6...10	Высокое	150...200	400...600	Высокие
4...6	Среднее	100...150	200...400	Средние
2...4	Низкое	100...50	100...200	Низкие
Менее 2	Очень низкое	Менее 50	Менее 100	Очень низкие

Наглядное представление о содержании гумуса и его распределении по профилю почвы в процентах дает график (рис. 3 А), а запасы его в т/га – в виде диаграммы (рис. 3 Б).



А



Б

Рис 3. Графическое изображение результатов анализа содержания гумуса в почве:

А – в %, Б – в т/га

Работа 10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АКТИВНОЙ РЕАКЦИИ ПОЧВЕННОЙ СРЕДЫ

Значения рН почв обычно лежат в пределах от 3 до 9. К кислым относят почвы с рН менее 7, щелочным – с рН более 7, нейтральные почвы имеют рН около 7.

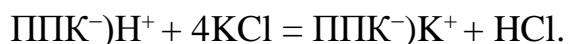
При определении рН регистрируется активность свободных протонов, соответствующих равновесному значению рН (часть общего количества присутствующих в растворе кислотных компонентов). Значения рН, определяющие оптимальный рост растений, варьируют для разных культур. Для большинства растений приемлем диапазон рН от 6,0 до 7,5, поскольку большая часть питательных веществ доступна в этом диапазоне рН. Однако для функционирования разных растений благоприятны разные рН почвы. Кислая реакция среды может повышать подвижность токсичных элементов, в том числе ионов алюминия, которые способны поглощаться и накапливаться в растениях. В почвах с высокими значениями рН могут стать менее доступными фосфор и большинство микроэлементов.

Слабощелочная (рН 7,4...7,8) или почва с более высоким рН может вызвать проблему с наличием железа для закрепления дуба и некоторых других деревьев, вызывая хлороз листьев, что подвергает дерево стрессу, приводя к замедлению вегетации деревьев и возможной гибели.

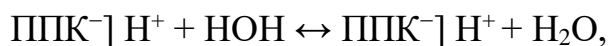
Поскольку значение рН многих почв коррелирует с насыщенностью основаниями, этот показатель необходимо рассматривать совместно с данными по емкости катионного обмена и степени насыщенности почв основаниями.

Показания к использованию анализа рН солевой вытяжки (рН_с).

Данный анализ применяется для кислых почв (севернее от лесостепи). При воздействии нейтральной соли КСl на почву К⁺ вытесняет из ППК ионы Н⁺, и почва подкисляется:



Если делать водную вытяжку для кислых почв:



то не происходит вытеснение ионов Н⁺ из ППК.

На рН окажет влияние только актуальная кислотность, дающая при диссоциации солей и кислот ионы Н⁺ в растворе.

Следовательно: неэффективно и затратно делать анализ водной вытяжки для кислых почв.

Показания к использованию анализа рН водной вытяжки (рН_в). Водная вытяжка рН_в применяется для нейтральных и щелочных почв (почв лесостепи и южнее до субтропиков).

Для этих почв необходима только водная вытяжка для определения наличия растворимых в воде кислот, щелочей или их физиологически кислых и физиологически щелочных солей:



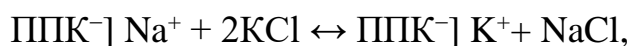
В этих почвах нет или почти отсутствует поглощенный H^+ , а ППК содержит Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ .

Если провести анализ солевой вытяжки в почве, обогащенной кальцием:



то получается нейтральная соль.

Если провести анализ солевой вытяжки в почве, обогащенной обменным натрием:



то получается тоже нейтральная соль. Следовательно, применение реактива KCl бесполезно и анализ солевой вытяжки для таких почв экономически затратен.

Определение pH

Потенциометрический метод. Для определения pH почвы потенциометрическим методом используют стеклянный измерительный электрод и хлорсеребряный электрод сравнения. Интервал измерения pH от 0 до 14.

Рабочей частью стеклянного электрода является стеклянная мембрана. При измерении pH между мембраной и раствором (суспензией) возникает разность потенциалов, которая зависит от активности ионов H^+ в растворе. По разности потенциалов на стеклянном электроде и электроде сравнения определяют pH. Приборы откалиброваны в единице pH.

Ход анализа

1. Взвешивают на весах 10 г почвы с точностью до 0,1 г и переносят в колбу.
2. К навеске прибавляют такое количество воды, чтобы отношение «почва : раствор» составляло 1 : 2,5.
3. Колбочку закрывают пробкой и встряхивают в течение 5 минут на ротаторе.
4. В суспензию помещают стеклянный измерительный электрод и хлорсеребряный электрод сравнения.
5. Измеряют pH на потенциометре (при определении pH солевой суспензии к почве приливают 1 н KCl). В торфяных почвах и лесных подстилках соотношение «почва : раствор» – 1:25.

Показания прибора: $\text{pH}_в =$ _____ $\text{pH}_с =$ _____

Колориметрический метод определения рН основан на применении индикаторов, окраска которых зависит от величины рН. Эти индикаторы иначе называют рН-индикаторами.

Согласно теории электролитической диссоциации индикаторы представляют собой слабые органические кислоты или основания, у которых ионы и недиссоциированные молекулы имеют различную окраску. Индикаторы бывают одноцветными (окрашена одна форма) и двухцветными (окрашены обе формы). Так, например, фенолфталеин, представляющий собой слабую кислоту, является одноцветным индикатором, молекулы которого бесцветны, а анионы окрашены в малиновый цвет.

Зная интервал перехода индикатора, можно по окраске раствора приблизительно определить рН.

Для ориентировочного определения рН пользуются универсальными индикаторами, представляющими собой смесь индикаторов с интервалами перехода от сильнокислой до сильнощелочной реакции среды.

Для определения рН водной вытяжки почвы колориметрическим методом выпускаются специальные наборы с эталонными окрасками рН-среды.

Готовят водную или солевую вытяжку путем взбалтывания почвы с водой или 0,1 %-м солевым раствором КСl в соотношении 1: 2,5 и дальнейшем фильтрованием суспензии. Полученную вытяжку помещают в одинаковые с эталонами пробирки, добавляют несколько капель сложного индикатора Гроака и сравнивают с эталонным набором. Если окраска испытуемого раствора совпадает с окраской какого-либо эталона, то значение рН испытуемого раствора то же самое, что и эталона. Если нет эталона с совпадающей окраской, то подбирают два эталона, один из которых окрашен несколько сильнее другого – слабее, чем испытуемый раствор. Величину рН находят как среднее между этими двумя эталонами.

Оцениваем активную реакцию почвенной среды по табл. 16.

Таблица 16

Реакция среды различных типов почв

рН	Группа почв	Типы почв
< 4,5	Сильнокислые	Болотные, болотно-подзолистые
4,5...5,0	Кислые	Подзолистые, дерново-подзолистые, красноземы
5,1...5,5	Слабокислые	
5,6...6,0	Близкие к нейтральным	Серые лесные, окультуренные дерново-подзолистые, красноземы
6,1...7,1	Нейтральные	Серые лесные, черноземы
7,2...7,5	Слабощелочные	Южные черноземы, каштановые
7,6...8,5	Щелочные	Солонцы, солончаки
> 8,5	Сильнощелочные	Такыры

Использование результатов анализа

Результаты анализа используются для оптимизации реакции почвенной среды.

Если почвы кислые (подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные), проводят известкование, которое протекает по реакции вытеснения H^+ из ППК ионами Ca^{2+} мелиоранта ($CaCO_3$):



Расчет количества извести ($CaCO_3$ в т/га) приблизительно производится по величине рН солевой вытяжки с учетом гранулометрического состава почвы (табл. 17).

Таблица 17

Расчет количества извести ($CaCO_3$ в т/га)

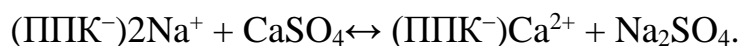
Гранилометрический состав	рН солевой вытяжки					
Песчаный						
Супесчаный						
Легкосуглинистый						
Среднесуглинистый						
Тяжелосуглинистый						
Глинистый						

При точном внесении мелиоранта, необходимо определение гидролитической кислотности почвы (Hr). Тогда норму извести в т/га высчитывают по формуле

$$H = 1,5 \cdot Hr,$$

где $1,5 \text{ г/см}^3$ – средняя плотность сложения в слое $0,2 \text{ м}$.

Если почвы щелочные (солонцы, каштановые, черноземы солонцеватые), проводят гипсование с применением фосфогипса:



Расчет нормы гипса в т/га:

$$CaSO_4 \cdot 2H_2O = (Na^+ - 0,1T) 0,086Hd,$$

где Na – содержание поглощенного натрия, мг-экв./100 г почвы;

T – емкость поглощения, мг-экв./100 г почвы;

$0,086$ – коэффициент перерасчета;

H – глубина слоя, см;

d – плотность сложения почвы, г/см^3 .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имея морфологическое описание и данные анализов почв по горизонтам, и зная, как используются результаты этих анализов, можно многогранно, в соответствии с задачами лесотехнических исследований, охарактеризовать почву.

При интерпретации морфологии и данных лабораторных исследований следует помнить, что все внешние или морфологические признаки, состав и свойства почвы взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Поэтому необходимо внимательно сравнивать все результаты между собой.

Например, песчаная, супесчаная или легкосуглинистая почва не могут иметь благоприятный агрегатный состав, высокое содержание гумуса.

В то время как более тяжелые почвы могут быть слабо гумусированы и плохо оструктурены, что свидетельствует либо о ходе естественного почвообразовательного процесса с формированием определенного горизонта, либо о деградации почвы под влиянием каких-либо внешних факторов.

Для заметок