



Л. А. Сенькова
Л. П. Абрамова

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МОРФОЛОГИИ И СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Екатеринбург
2023

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

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ МОРФОЛОГИИ И СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Методические указания
для практических занятий для обучающихся.
Направления: 35.03.01 «Лесное дело»;
20.03.02 «Природообустройство и водопользование»;
05.03.06 «Экология и природопользование»; 35.03.05 «Садоводство»;
35.03.10 «Ландшафтная архитектура»;
21.03.02 «Землеустройство и кадастры».
Очная и заочная формы обучения

Екатеринбург
2023

Печатается по рекомендации методической комиссии института леса и природопользования УГЛТУ.

Протокол № 1 от 03.10. 2022 г.

Рецензент – доцент кафедры лесоводства УГЛТУ, канд. биол. наук
М. В. Воробьева

Редактор Л. Д. Черных

Оператор компьютерной верстки Е. Н. Дунаева

Подписано в печать		Поз. 1
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 1,39	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Сектор оперативной полиграфии РИО УГЛТУ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Морфологические признаки почв.....	5
2. Факторы почвообразования.....	5
3. Особенности морфологии почвы.....	6
4. Интерпретация данных состава и физических свойств почвы.....	8
4.1. Гранулометрический состав.....	8
4.2. Общие физические свойства.....	9
4.2.1. Плотность твердой фазы.....	9
4.2.2. Плотность сложения.....	9
4.2.3. Пористость.....	12
5. Интерпретация результатов анализов гумусного состояния почвы.....	12
6. Интерпретация результатов анализов физико-химических свойств почвы.....	14
Заключение.....	18
Рекомендуемая литература	19
Приложения.....	20
Приложение 1. Задания.....	20
Приложение 2. Классификация почв и пород по гранулометрическому составу.....	22
Приложение 3. Оценка плотности суглинистых и глинистых почв.....	22
Приложение 4. Шкала запасов продуктивной влаги в почве.....	23
Приложение 5. Оценка пористости почв.....	23
Приложение 6. Реакция почвенного раствора.....	23
Приложение 7. Оценка степени нуждаемости в известковании в зависимости от свойств почвы.....	24
Приложение 8. Градация почв по степени солонцеватости.....	24
Приложение 9. Градация почв по степени солончаковости.....	24

ВВЕДЕНИЕ

Почва является объектом, средством, орудием, продуктом труда во всех сферах народного хозяйства и требует бережного отношения не только при использовании, но и при научных исследованиях, направленных на рациональное природопользование.

Правильная трактовка результатов исследований – залог разработки научно-обоснованных почвосберегающих технологий. Такая цель реализуется на практическом занятии по теме «Интерпретация результатов исследования морфологии и свойств почвы» и представляет собой комплекс разрабатываемых вопросов, направленных на углубленное изучение наиболее сложных разделов курса «Почвоведение» и имеющих в современных условиях важное прикладное значение, прежде всего, в лесном хозяйстве и сельскохозяйственном производстве.

Задачи работы:

- закрепить и систематизировать знания по почвоведению;
- научиться работать самостоятельно, используя полученные теоретические знания.

Данная работа включает элементы научных исследований, поэтому должна носить творческий характер, содержать научно обоснованные предложения по рациональному использованию почвенного покрова. Почвы являются объектом или средой для исследования при выполнении практически всех научных и квалификационных работ, связанных с лесным хозяйством. Поэтому индивидуальные задания носят комплексный характер, включают в себя материал из разных разделов и тем, оставаясь в то же время цельными, направленными на детальную проработку тех вопросов, которые тесно соприкасаются с темами исследований.

Выполняя работу, необходимо пользоваться не только основной литературой, но и современной научной периодической литературой, справочниками. Поэтому практическая работа, направленная на правильную интерпретацию цифровых показателей свойств почвы, является важным этапом в подготовке, выполнении и оформлении любой научной работы.

Оформление работы должно соответствовать общепринятой форме. При интерпретации данных анализов желательно для наглядности изображать результаты графиками, диаграммами. Все расчеты располагать по ходу работы. Задания к данной работе индивидуальные.

При завершении выполнения работы, отметить наиболее сложные разделы и причины, вызывающие затруднения.

1. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВ

В результате почвообразовательного процесса из материнской породы формируется почва. Она приобретает ряд важных свойств и признаков, в ней возникают новые вещества, которых не было в почвообразующей породе. Почва расчленяется на генетические горизонты и приобретает только ей присущие внешние (морфологические) признаки [1]. По ним можно отличить почву от породы, одну почву от другой, а также приблизительно судить о направлении и степени выраженности почвообразовательного процесса.

Каждый тип почвы характеризуется только ему присущими морфологическими признаками. Каждому почвенному типу свойственно свое сочетание горизонтов. Профили основных почвенных типов подробно рассматриваются при изучении почв отдельных зон [2–5].

К главным морфологическим признакам относятся: строение почвенного профиля, мощность почвы и отдельных ее горизонтов, окраска, гранулометрический состав, структура, сложение, новообразования и включения.

2. ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Почва – это поверхностный слой земной коры. Строгая пространственная обособленность почвы определяется тем, что именно в поверхностном слое земной коры создаются условия тесного, наиболее активного взаимодействия компонентов биосферы – атмосферы, литосферы, растений и животных организмов, то есть реализуется возможность совместного действия факторов почвообразования. Отсюда следует, что почва как пространственно, так и по происхождению жизни, эволюции, является компонентом других, более сложных природных систем – биогеоценозов, экосистем, биосферы в целом.

Почвы в природе распределяются в соответствии с закономерностями.

Закономерности широтной горизонтальной зональности действуют на равнинах, а вертикальной – в горных странах. На равнинах почвы постепенно сменяют друг друга с севера на юг, при смене природных зон. В горах почвы сменяются при движении от подошвы горы к вершине аналогично, если бы мы двигались от подошвы к северу в широтном направлении.

Распределение почв определяется факторами почвообразования. Основы учения о факторах почвообразования заложены В. В. Докучаевым, который установил, что почва как особое природное тело формируется в результате тесного взаимодействия следующих факторов: климата, растительности, почвообразующих пород, рельефа, времени и антропогенного

фактора. Сочетание факторов почвообразования – это комбинации экологических условий развития почвообразовательных процессов и почв. Изучение каждого фактора предусматривает его характеристику по определенным параметрам и оценку его роли в почвообразовании. Производственная деятельность человека оказывает как прямое, так и косвенное влияние на почвообразование и почвенный покров.

Задание 1. Изучите по литературным источникам закономерности распределения почв [2, 6–8]. Ознакомьтесь с почвами области, района или хозяйства, в котором вы проживаете, и укажите их принадлежность к природной почвенной зоне.

Дайте характеристику факторам почвообразования. Изучите внимательно эти почвы, используя литературу [1, 3–5]. Опишите ее морфологические признаки (табл. 1).

3. ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ПОЧВЫ

На морфологические признаки почв оказывают влияние не только зональные природные условия, но и фациальные, отражающие специфические особенности местных природных условий при движении с запада на восток. К ним относятся признаки засоленности, осолонцевания, заболоченности, характер материнских пород, уровень грунтовых вод и другие [2].

По изменению морфологии почвы можно судить и о характере использования этой почвы. Например, если почва распаханна, у нее появится горизонт $A_{\text{пах}}$.

Если в почве нет признаков осолонцевания (см. содержание обменного натрия в прил. 1, табл. П5), то уплотнение ниже пахотного горизонта связано с уплотнением почвы в результате агрогенного воздействия.

Развитие эрозии может сказаться на мощности гумусового горизонта и так далее. Например, аридность (сухость) климата, геоморфологические особенности ландшафта.

Задание 2. Изучив характеристику почв (тип), заполнив табл. 1, выделите наиболее важные особенности, которые могут повлиять на ход почвообразовательных процессов:

- 1) наличие уплотнения по плотности сложения (прил. 1, табл. П1);
- 2) наличие $A_{\text{пах}}$ (прил. 1, табл. П1);
- 3) наличие солей по плотному остатку (прил. 1, табл. П5);

4) наличие признаков гидроморфизма по накоплению в профиле полуторных окислов железа и марганца R_2O_3 или закиси железа Fe_3O_4 по морфологическому описанию почвы.

Таблица 1

Характеристика почвенного профиля (пример)
Почва: солонец средний солончаковатый

Индекс горизонта	Мощность горизонта, см	Цвет	Гранулометрический состав	Структура	Сложение		Новообразования	Включения	Переход в следующий горизонт
					по плотности	по пористости			
A	0–10		Легкий суглинок	Комковато-пылеватый	Рыхлый				–
B ₁	10–35	Темно-серый	Тяжелый суглинок	Столбчатый	Слитой	Тонкопористый	Кремневая кислота	Корни растений	Резкий
B ₂	35–60	Серовато-бурый	Тяжелый суглинок	Ореховатый	Плотный		Дендриты	Корни растений	Заметный
BC	60–83	Бурый	Тяжелый суглинок	Ореховато-призматический	Плотный		Карбонаты	Редкие корни растений	Постепенный
C	83 и более	Белесобурый	Средний суглинок	Призматический	Плотный		Карбонаты, гипс, легко растворимые соли		Постепенный

Справка. Оптимальное сложение почв 0,90–1,22 г/см. Почвы, содержащие более 0,25 % легкорастворимых солей от массы почвы, являются засоленными.

Глубина засоления имеет значение в использовании почв [2, 4–6].

4. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ДАННЫХ СОСТАВА И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Почва состоит из минеральной (90–99 % от массы почвы) и органической (1–10 %) частей. Рассматривая минеральную часть, выделяют в ней химический, минералогический и гранулометрический составы. В практике использования почв огромное значение придается его гранулометрическому составу.

Задание 3. Используя литературные источники [3–4], ознакомьтесь с составом и физическими свойствами почвы.

4.1. Гранулометрический состав

Гранулометрический состав – это относительное содержание в почве, горной породе или искусственной смеси частиц различных размеров независимо от их химического или минералогического состава. Гранулометрический состав является важным физическим параметром, от которого зависят многие аспекты существования и функционирования почвы, в том числе плодородие.

В почвах и породах могут находиться частицы диаметром как менее 0,001 мм, так и более нескольких сантиметров. Для подробного анализа весь возможный диапазон размеров делят на участки, называемые фракциями.

Гранулометрический состав определяет многие физические свойства и водно-воздушный режим почв, а также химические, физико-химические и биологические свойства.

Меньший диаметр частиц означает большую удельную поверхность, а это, в свою очередь, большие величины ёмкости катионного обмена, водоудерживающей способности, лучшую агрегированность, но меньшую прочность. Тяжёлые почвы могут иметь проблемы с воздухосодержанием, лёгкие – с водным режимом.

Разные фракции обычно представлены различными минералами. Так, в крупных преобладает кварц, в мелких – каолинит, монтмориллонит. По фракциям различается способность образовывать с гумусом органоминеральные соединения.

Продуктивность растений на почвах различного гранулометрического состава может существенно различаться, что объясняется различием свойств почв. Оптимальный гранулометрический состав зависит от условий влагообеспеченности и технологии возделывания. В засушливых условиях низкий запас влаги в лёгких почвах (супесях и песках) и слабый капиллярный подъём приводят к существенному снижению урожайности. В условиях хорошего и избыточного увлажнения такие почвы лучше аэрируются и растения на них чувствуют себя лучше. Низкий запас элементов

питания в лёгких почвах можно легко устранить при внесении удобрений, которые имеют высокую эффективность на таких почвах вследствие малой буферности.

Задание 4.1. Пользуясь классификацией почв и пород по гранулометрическому составу (прил. 2) и данными результатов анализа почвы (прил. 1, табл. П1), определите разновидность почвы. Например, чернозем в слое 0–38 см содержит 41 % физической глины (частицы < 0,01 мм). Следовательно, разновидность почвы – среднесуглинистая.

Имея полный анализ гранулометрического состава, можно дать дополнительное название почвы по гранулометрическому составу по двум преобладающим фракциям. Например, как видно из табл. 2, полное название гранулометрического состава почвы: легкосуглинистая песчано-пылеватая.

Таблица 2

Гранулометрический состав почвы

Горизонт	Количество частиц, %; диаметр, мм						
	1–0,25	0,25–0,05	0,005–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001	< 0,01
А	26,5	2,2	6,0	43,9	4,5	15,8	22,5

Покажите значение определенного вами гранулометрического состава в формировании почвы, ее свойств, в плодородии и сельскохозяйственном использовании.

4.2. Общие физические свойства

К общим физическим свойствам почвы относятся плотность твердой фазы, плотность сложения и пористость. Их величины и динамика определяются составом, соотношением, взаимодействием твердой, жидкой, газообразной и живой фаз почвы.

Физические свойства оказывают большое влияние на развитие почвообразовательного процесса, плодородие почв и развитие растений.

4.2.1. Плотность твердой фазы

Плотность твердой фазы почвы – это отношение массы ее твердой фазы к массе воды при 4 °С. Для минеральных горизонтов большинства почв этот показатель составляет 2,4–2,8 г/см³, для торфянистых горизонтов 1,4–1,8 г/см³. Эти значения определяют соотношение компонентов органической и минеральной частей почв.

Вниз по профилю почвы плотность твердой фазы с уменьшением содержания гумуса повышается. Таким образом, повышение содержания гу-

муса, присутствие большого количества вторичных минералов ведут к снижению этого показателя. Для зональных почв с содержанием гумуса 4–8 % в верхнем горизонте плотность твердой фазы составляет 2,60–2,65 г/см³.

Все отклонения от этих значений объясняются изменениями в составе минеральной части почвы и количеством органического вещества.

Задание 4.2.1. Дать оценку плотности твердой фазы изучаемой вами почвы (прил. 1, табл. П1).

4.2.2. Плотность сложения

Плотность сложения почвы – это масса единицы объема абсолютно сухой почвы в естественном сложении. Она зависит от минералогического и гранулометрического состава, структуры и содержания органического вещества в почве.

Минералы с высокой плотностью твердой фазы, крупные механические элементы (песок) повышают плотность сложения. Но повышение количества органического вещества, увеличение физической глины (частиц < 0,01 мм) способствуют созданию агрономически ценной структуры, а это ведет к снижению плотности сложения.

Оптимальная плотность сложения в верхних горизонтах легких почв составляет 1,2–1,3 г/см³, в тяжелых 1,0–1,1 г/см³. Отклонения от этих значений объясняются содержанием органического вещества и структурой.

На плотность почвы, используемой в сельскохозяйственном производстве, оказывает влияние обработка, после которой этот показатель снижается до 0,9–1,0 г/см в пахотном слое. Давление тяжелой техники повышает плотность подпахотного горизонта, которая при правильной системе земледелия после вегетационного периода может приходиться в равновесное состояние.

Знание плотности сложения позволяет рассчитать запасы различных веществ – влаги, гумуса, химических веществ, если известно их относительное (%) содержание в горизонтах или слоях почвы.

Общий запас влаги в определенном слое (или горизонте) почвы определяют по формуле

$$B = W \cdot d_v \cdot H, \quad (1)$$

где B – запас воды, м²/га;

W – влажность, %;

d_v – плотность сложения, г/см²;

H – мощность слоя, см.

Зная запас влаги по отдельным 10-сантиметровым слоям почвы, можно найти ее запас во всем профиле или в слоях: 0–20 см (что необходимо в практике при посеве и посадке культур), корнеобитаемом слое (0–50) и резервном слое (50–100 см).

Запас влаги можно перевести в мм, умножив полученный запас на коэффициент 0,1. Это дает возможность оценивать запасы влаги с учетом выпадающих осадков в течение вегетационного периода.

Не вся влага в почве доступна растениям. В агрономической практике значение имеет продуктивный запас влаги, который идет на создание урожая сельскохозяйственных культур.

Продуктивным (доступным) запасом влаги называют всю почвенную влагу выше величины влажности устойчивого завядания (ВЗ).

Продуктивный запас влаги (ПЗВ) определяется как разность между общим запасом (ОЗВ) и запасом труднодоступной (непродуктивной) влаги ТЗВ:

$$\text{ПЗВ} = \text{ОЗВ} - \text{ТЗВ} , \quad (2)$$

Труднодоступный запас влаги можно определять также по слоям, горизонтам и всему профилю почвы, аналогично определению общего запаса влаги:

$$\text{ТЗВ} = \text{ВЗ} \cdot \text{Н} \cdot d_v , \quad (3)$$

где ВЗ – влажность завядания, %;
Н – мощность слоя, см;
 d_v – плотность сложения, г/см³.

Влажность завядания (ВЗ) определяется как

$$\text{ВЗ} = 1,34 \cdot \text{МГ} , \quad (4)$$

где МГ – максимальная гигроскопичность, %
1,34 – коэффициент, применяемый в почвоведческой практике; в метеорологии используют коэффициент 1,5.

Задание 4.2.2. Используя данные физических свойств (прил. 1, табл. П1) и прил. 3, дайте оценку плотности сложения изучаемой почвы.

Рассчитайте общий и продуктивный запасы влаги по горизонтам. Определите общие и продуктивные запасы влаги в слоях 0–20 см, 0–50 см, 50–100 и 0–100 см (прил. 1, табл. П3). Дайте им оценку, используя прил 4.

4.2.3. Пористость

Пористость – это суммарный объем всех пор между частицами твердой фазы почвы. Она зависит от гранулометрического состава, структурности, деятельности почвенной фауны, содержания органического вещества, а в пахотных почвах и от приемов окультуривания. Общую пористость подразделяют на капиллярную, представленную тонкими капиллярами, которые обеспечивают устойчивый запас влаги, и некапиллярную, состоящую из крупных капилляров, заполненных воздухом.

Общая пористость имеет наивысшие показатели в верхних горизонтах (50–60 % от объема почвы) и снижается в нижележащих.

Почвы с пористостью ниже 40 % от объема почвы не являются агрономически ценными.

Общую пористость вычисляют по формуле

$$P = \left(1 - \frac{d}{d_v} \right) \cdot 100, \quad (5)$$

где P – общая пористость, % объема; d – плотность сложения, г/см²;

d_v – плотность твердой фазы, г/см².

Общую пористость составляют некапиллярная, заполненная воздухом и капиллярная, заполненная водой, пористости. Для создания устойчивого запаса влаги в почве при одновременном хорошем воздухообмене необходимо, чтобы соотношение некапиллярной и капиллярной пористостей составляло 1:1.

Задание 4.2.3. Рассчитайте пористость по горизонтам почвы (прил. 1, табл. П1) и дайте ей оценку, используя прил. 5.

5. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗОВ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ

Содержание гумуса в верхних горизонтах может колебаться от 1–2 % до 9–12 %. Лишь в торфяных горизонтах количество органического вещества возрастает до нескольких десятков процентов. По количеству гумуса в верхнем горизонте выделяют виды почв с очень высоким содержанием (> 10 %), высоким (10–6), средним (6–4), низким (4–2) и очень низким (< 2 %). К высокогумусным относятся черноземы, лугово-черноземные, аллювиальные, луговые почвы. Почвы с низким содержанием гумуса: подзолистые, сероземы, почвы пустынь.

Распределение гумуса по профилю является важной генетической характеристикой почвы [2–6].

Встречаются три типа гумусового профиля:

- содержание гумуса убывает с глубиной постепенно. Характерен для почв с глубоким проникновением корневой системы (черноземы, лугово-черноземные, луговые, аллювиальные). Эти почвы высокоплодородные;
- максимальное содержание гумуса в верхнем горизонте, очень резко уменьшается с глубиной (подзолистые дерново-подзолистые, солоды). Плодородие этих почв низкое;
- при общем резком падении гумуса по профилю наблюдается заметное увеличение его на некоторой глубине. Увеличение содержания гумуса в средней части профиля означает формирование гумусово-иллювиального горизонта за счет растворимых его форм, вымывающихся из верхней части профиля. Этот тип характерен для подзолистых почв, осолодевающих солонцов, солодей типичных. Плодородие этих почв низкое.

Распределение гумуса по профилю можно оценить морфологически - по окраске профиля. Данные количественного анализа органической части дают важную дополнительную характеристику почве. Некоторое представление о состоянии гумуса дает отношение углерода (С) к азоту (N) в весовых процентах. Для вычисления этого соотношения необходимо по количеству гумуса определить содержание углерода (С). Среднее содержание углерода в гумусовом горизонте составляет 58 %, а азота – 1 : 20 часть содержания гумуса. Затем определяют отношение С : N. В среднем С : N = 10 с колебаниями от 5 до 20. Чем меньше отношение С : N, тем богаче гумус азотом и тем выше его питательная ценность.

По величине отношения углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот ($C_{г.к} : C_{ф.к}$) почвы различают:

- с фульватным гумусом ($< 0,5$) – подзолистые почвы, красноземы;
- с гуматно-фульватным ($0,5-1,0$) – дерново-подзолистые, желтоземы;
- с фульватно-гуматным ($1,0-2,0$) – дерново-подзолистые окультуренные, дерновые и серые лесные почвы;
- с гуматным гумусом (> 2) – черноземы, каштановые, лугово-черноземные почвы.

Упрощенно можно считать, если в почве отношение $C_{г.к} : C_{ф.к} < 1$, то гумус фульватный, а при $C_{г.к} : C_{ф.к} > 1$ гумус гуматный.

Совместный анализ данных содержания гумуса, его распределения по профилю в совокупности с оценкой качественного состава позволяет получить обширную информацию о генетических особенностях почвы. Содержание гумуса, мощность гумусового слоя и состав гумуса являются важным показателем потенциального плодородия почвы. Чем больше гумуса, тем больше в почве азота, фосфора, микроэлементов, тем благоприятнее ее водные и физические свойства. Почвы, богатые элементами питания, содержат много гумуса (6–9 %), азота (0,3–0,5), фосфора (0,2–0,3), серы (0,1–0,2 %).

По данным валового (общего) анализа можно по формуле (1) вычислить запасы гумуса, а также каждого элемента питания в отдельных горизонтах или во всем профиле почвы. Это дает возможность судить о миграции или аккумуляции веществ в пределах почвенной толщи и о потенциальном плодородии почвы.

Задание 5. По результатам анализа гумуса (прил. 1, табл. П4), используя литературу [6, 7], определить тип гумуса, найти отношение $C : N$, вычислить запасы гумуса по горизонтам и во всем профиле. По всем этим показателям дать оценку содержанию и качеству гумуса, равномерности его распределения по профилю почвы, аккумуляции и миграции, выраженности дернового процесса, уровню плодородия почвы. При необходимости укажите необходимость и возможность изменения характеристик гумуса.

6. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗОВ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Показатели анализов физико-химических свойств почвы хорошо отражают специфику почвообразовательного процесса, особенности состава минеральной части почвы, содержание и состав гумусовых веществ [3, 4, 6, 7].

Величина емкости катионного обмена (ЕКО) представлена коллоидной частью почвы и тесно связана с гранулометрическим и минералогическим составом, количеством гумуса. Почвы тяжелые, богатые илом, глинистыми минералами, гумусом, имеют (ЕКО) в пределах 30–70 мг-экв. на 100 г почвы (черноземы, лугово-черноземные, луговые, темно-серые лесные почвы).

В этих почвах основным почвообразовательным процессом является дерновый.

Бедные гумусом и илом подзолистые, дерново-подзолистые почвы имеют низкую (ЕКО) (2–10 мг-экв. на 100 г почвы). Оподзоливание является в этих почвах основным почвообразовательным процессом.

В почвах с хорошо выраженным дерновым процессом, отсутствием процессов разрушения и выноса ила из верхнего горизонта (черноземы, каштановые, темно-серые лесные почвы) наибольшая величина (ЕКО) отмечается в верхних гумусированных горизонтах с постепенным уменьшением ее к породе. В почвах с отчетливым элювиальным (разрушение и вынос) процессом почвообразования (подзолистые почвы, солоди) наименьшая (ЕКО) наблюдается в элювиальном горизонте (A_2) и заметно возрастает в иллювиальном (В) и материнской породе (С).

Состав обменных катионов хорошо отражает типовые и подтиповые особенности почв. Так, наиболее плодородные почвы в составе обменных

катионов содержат Ca^{2+} и Mg^{2+} . В них может быть незначительное количество ионов H^+ или Na^+ . Подзолистые, дерново-подзолистые, светло-серые лесные почвы, красноземы и желтоземы в составе обменных катионов наряду с Ca^{2+} и Mg^{2+} и содержат H^+ и Al^{3+} .

Сумма поглощенных (обменных) оснований (S), выраженная в процентах от емкости катионного обмена (T), называется степенью насыщенности почвы основаниями и обозначается V (%):

$$V = \frac{S}{T} \cdot 100, \quad (6)$$

где V – степень насыщенности почвы основаниями, %;

S – сумма поглощенных (обменных) оснований, мг-экв./100 г почвы;

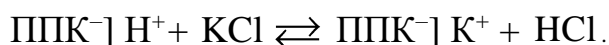
T – емкость катионного обмена, мг-экв./100 г почвы.

Степень насыщенности показывает, какая часть общей емкости приходится на поглощенные основания и какая – на гидролитическую кислотность. Величина степени насыщенности основаниями – важный показатель для характеристики поглотительной способности и степени кислотности почвы.

Наличие H^+ и Al^{3+} свидетельствуют о ненасыщенности почв основаниями и проявлении потенциальной кислотности. Наличие обменного Na^+ служит показателем потенциальной щелочности в условиях протекания солонцового почвообразовательного процесса. Содержание Na^+ (в процентах) по отношению к емкости катионного обмена (T) позволяет установить степень солонцеватости почвы и выраженности солонцового процесса почвообразования (прил. 6).

Реакция почвенного раствора, характеризующаяся показателем pH ($\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$), также четко отражает особенности генезиса и состава почв (прил. 7).

При изучении величины pH необходимо, прежде всего, обратить внимание, из какой вытяжки суспензии, водной или солевой, проведено определение. Для кислых почв pH определяют из солевой вытяжки, так как она дает более полное представление о степени кислотности почвы, благодаря вытеснению обменного H^+ солевым раствором:



Для почв, насыщенных обменными Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , необходимо определять pH из водной вытяжки. В этих почвах нет ионов H^+ или Al^{3+} , поэтому нет смысла исследовать солевую вытяжку.

Величину pH нужно сопоставить с составом обменных катионов в профиле. Так, подзолистые, дерново-подзолистые почвы, красноземы при наличии обменных H^+ или Al^{3+} характеризуются кислой реакцией среды.

Близкую к нейтральной реакцию среды имеют почвы, содержащие в составе обменных катионов только Ca^{2+} и Mg^{2+} . В карбонатных горизонтах щелочная среда ($\text{pH}=8,0\dots 8,4$) обусловлена карбонатами кальция.

Если $\text{pH} > 8,4$, то в почве имеется обменный Na^+ и сода.

Показатели физико-химических свойств почв имеют значение в оценке почвы, определении направления почвообразовательного процесса. С величиной емкости катионного обмена связана способность почв удерживать в относительно мобильном состоянии элементы питания в катионной форме (NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+}), и по мере потребления их растениями из почвенного раствора вновь отдавать в раствор за счет обменных реакций. Показатель pH указывает, насколько благоприятна почвенная среда для фитоценозов. Величина pH служит важным показателем необходимости химической мелиорации почв (известковая или гипсования). По количеству обменных Na^+ в щелочных и H^+ (Al^{3+}) в кислых почвах определяют потребность в мелиорантах.

Потребность кислых почв в известковании с достаточной для практических целей точностью может быть определена по обменной кислотности (pH солевой вытяжки). При значении pH солевой вытяжки 4,5 и ниже потребность в известковании сильная, 4,6–5 – средняя, 5,1–5,5 – слабая и при $\text{pH} > 5,5$ – отсутствует. Величина кислотности почвы – важный, но не единственный показатель, характеризующий потребность почв в известковании. Важно учитывать также степень насыщенности почвы основаниями (V) и ее гранулометрический состав. С учетом этих трех показателей степень нуждаемости почв в известковании может быть установлена значительно точнее (прил. 8).

Установить полную норму извести можно по величине гидролитической кислотности по формуле

$$N = 1,5 \cdot \text{Hr}, \quad (7)$$

где N – норма извести, т/га;

Hr – гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г почвы;

1,5 – коэффициент.

Для удаления щелочности (солонцеватости) норму гипса определяют по содержанию обменного натрия (Na^+) по формуле

$$N = 0,086 \cdot (\text{Na}^+ - 0,05T) \cdot \text{H} \cdot d_v, \quad (8)$$

где N – норма гипса, т/га;

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

H – глубина мелиорируемого слоя, см;

d_v – плотность сложения солонцового горизонта, г/см^3 ;

0,086 – значение 1 мг-экв. гипса, г;

T – емкость катионного обмена, мг-экв./100 г почвы.

Задание 6. Рассчитать процентное содержание обменных катионов от ЕКО, степень насыщенности почв основаниями, гидrolитическую кислотность (прил. 1, табл. П5). Теперь, используя полученные табличные данные физико-химических свойств почвы, можно дать характеристику почвы и определить уровень ее плодородия и возможности рационального использования.

1. Используя прил. 6, охарактеризовать реакцию почвенного раствора и ЕКО почвы.

2. Оценить степень нуждаемости в известковании (прил. 7).

3. Определить выраженность солонцового процесса и нуждаемость почвы в гипсовании (прил. 8).

4. Используя прил. 9 и данные плотного остатка (прил. 1, табл. П5), оцените степень выраженности солончакового процесса.

5. По полученным данным табл. П5, сделать заключение о направленности почвообразовательных процессов.

Зная особенности почвообразовательного процесса, можно его изменить в нужную сторону. Например, рассчитать, если это необходимо, потребность в мелиорантах. Определить, какие виды обработок можно и нужно применить на этих почвах, чтобы почвообразовательные процессы шли в нужном направлении (усиление дернового процесса и снижение подзолистого, солонцового, солончакового процессов или осолодения), подобрать древесные культуры для лесонасаждений на анализируемой почве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты анализа почвы содержат информацию о составе и свойствах почв, почвенных процессах. Они составляют основу мониторинга и прогноза изменения свойств почв в процессе их естественного развития, использования, мелиорации и рекультивации при различных техногенных воздействиях.

Анализ почвы способен рассказать о причинах неурожаев, гибели посевов и посадок древесных культур, участвовавших в инфекционных заболеваниях и даже об общем ухудшении самочувствия людей, проживающих на исследуемой территории. Почва, лишенная вредных примесей, служит источником питательных веществ для растений, употребляемых в пищу человеком, а патогенная почва неплодородна и является прибежищем для вредных микроорганизмов и ядов. Поэтому исследование почв приобретает не только экологическое, юридическое, но и бытовое, повседневное значение.

Каждый шаг, предшествующий получению результатов анализа почвы, должен быть выполнен максимально тщательно, с соблюдением всех рекомендаций. Это необходимо для того, чтобы избежать неточностей и ошибок в исследовании, которые повлекут за собой некорректную интерпретацию и рекомендации по рациональному использованию. В этом отношении очень важно правильно заложить разрезы на характерных элементах рельефа, сделать морфологическое описание профиля и отобрать образцы почв по генетическим горизонтам.

Выбор лаборатории для исследования состава и свойств почвы должен быть основан на уровне ее оснащенности современным оборудованием и реагентами, а также наличии квалифицированных специалистов. Желательно, чтобы в одной лаборатории было все необходимое для проведения тех анализов, которые вам нужны.

Каждый анализ проводится с целью выявить определенные составляющие состава и свойств почвы. Интерпретация показателей приводит к решению поставленных задач.

На интерпретацию и решение профессиональных задач могут влиять не только результаты анализов, но и глубокое знание специалистов о процессах и явлениях, протекающих в почве.

Интерпретация профессионально выполненных полевых и лабораторных работ дает характеристику почвообразовательным процессам, их направленности. На этом основании можно сделать заключение об уровне плодородия исследуемой почвы, наметить мероприятия по ее рациональному использованию и охране.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас почв СССР / под ред. И. С. Кауричева, И. Д. Громыко. – Москва : Колос, 1974. – 167 с.
2. Розанов, Б. Г. Морфология почв : учебник для высшей школы / Б. Г. Розанов. – Москва: Академический Проект, 2004. – 432 с.
3. Апарин, Б. Ф. Почвоведение : учебник / Б. Ф. Апарин. – Москва : Издательский центр «Академия», 2012. – 256 с.
4. Ковда, В. А. Основы учения о почвах. Книга 1 / В. А. Ковда. – Москва : Наука, 1973. – 456 с.
5. Ковда, В. А. Основы учения о почвах. Книга 2 / В. А. Ковда. – Москва : Наука, 1973. – 467 с.
6. Кауричев, И. С. Почвоведение / И. С. Кауричев. – Москва : Колос, 1972. – 495 с.
7. Вальков, В. Ф. Почвоведение / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Изд. : Юрайт, 2016. – С. 527.
8. Гафуров, Ф. Г. Почвы Свердловской области / Ф. Г. Гафуров. – Екатеринбург : Изд. Урал. ун-та, 2008. – 396 с.
9. Новицкий, М. В. Лабораторно-практические занятия по почвоведению : учебное пособие / М. В. Новицкий, И. Н. Донских, Д. В. Чернова. – Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2016. – 320 с. – URL: <https://inlnk.ru/n0IQ8y> (дата обращения: 02.12.2022).
10. Сумма поглощенных оснований, емкость поглощения почвы, степень насыщенности почв основаниями. – URL : <https://studbooks.net/> (дата обращения: 02.12.2022).

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Задания

Таблица П1

Физические свойства почв (пример)

Горизонт	Глубина, см	Частицы < 0,01мм, %	Плотность, г/см ³		Пористость, % от объема почвы
			твердой фазы	сложения	
A _{пах}	0–20	31,8	2,71	1,25	
AB	20–25	65,8	2,73	1,65	
B ₁	25–40	68,8	2,75	1,70	
B ₂	40–54	63,1	2,75	1,69	
B ₃	54–75	60,5	2,80	1,70	
C	75 >	60,4	2,80	1,70	

Таблица П2

Оценка общих физических свойств почвы (пример)

Горизонт	Глубина, см	Оценка		
		плотности твердой фазы	плотности сложения	пористости, % от объема почвы
A _{пах}	0–20			
AB	20–25			
B ₁	25–40			
B ₂	40–54			
BC	54–75			
C	75 >			

Таблица П3

Влажность почвы (пример)

Горизонт	Глубина, см	Плотность сложения, г/см ³	Влажность, %	МГ, %	ВЗ, %	Общий запас влаги		Продуктивный запас влаги	
						т/га	мм	т/га	мм
A _{пах}			15	1,67					
B ₁			17	4,51					
B ₂			19	5,10					
BC			24	4,56					
C			28	3,98					

Таблица П4

Качество гумуса и его запасы в почве (пример)

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Сг.к./Сф.к.	Тип гумуса	C/N	Запасы гумуса, т/га
A _{пах}	0–20	4,8	>1			
A	20–25	3,9	>1			
B ₁	25–40	3,1	>1			
B ₂	40–54	1,5	>1			
BC	54–75	–	–			
C	75 >	–	–			

Таблица П5

Физико-химические и химические свойства почвы (пример)

Горизонт	pH _v	ЕК О	Обменные катионы, мг-экв./100 г почвы				Обменные катионы, % от ЕКО				Степень насыщенности основаниями, %	Гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г	Плотный остаток, %
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H ⁺	Na ⁺			
A _{пах}	7,3	35,4	21,2	12,1									
B ₁	8,6	44,9	18,4	11,2									0,15
B ₂	8,6	45,5	18,5	7,8									0,17
BC	8,6	43,2	16,1	10,5									
C	8,8	40,0	24,0	12,5									

Приложение 2

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

Кратное название по гранулометрическому составу	Содержание физической глины (< 0,01 мм), %			Содержание физического песка (> 0,01 мм), %		
	Почва					
	подзолистого типа почвообразования	степного типа почвообразования, также красноземы и желтоземы	солонцы и сильно солонцеватые	подзолистого типа почвообразования	степного типа почвообразования, также красноземы и желтоземы	солонцы и сильно солонцеватые
Песчаная						
Рыхло-песчаная	0–5	0–5	0–5	100–95	100–95	100–95
Связно-песчаная	5–10	5–10	5–10	95–90	95–90	95–90
Супесчаная	10–20	10–20	10–15	90–80	90–80	90–85
Суглинистая						
Легкосуглинистая	20–30	20–30	15–20	80–70	80–70	85–80
Среднесуглинистая	30–40	30–45	20–30	70–60	70–55	80–70
Тяжелосуглинистая	40–50	45–60	30–40	60–50	55–40	70–60
Глинистая						
Легкоглинистая	50–65	60–75	40–50	50–35	40–25	60–50
Среднеглинистая	65–80	75–85	50–65	30–20	25–15	50–35
Тяжелоглинистая	> 80	> 85	> 65	< 20	< 15	< 35

Приложение 3

**Оценка плотности суглинистых и глинистых почв
(Н. А. Качинский)**

Плотность, г/см ³	Оценка	Плотность, г/см ³	Оценка
< 1,0	Почва вспушена или богата органическим веществом	1,3–1,4	Почва сильно уплотнена
1,0–1,1	Свежевспаханная почва	1,4–1,6	Типичные величины для подзапаханных горизонтов (кроме черноземов)
1,2–1,3	Почва уплотнена	1,6–1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты

Приложение 4

Шкала запасов продуктивной влаги в почве

Оценка запасов продуктивной влаги	Запасы продуктивной влаги			
	В первый период роста растений в слое 0–20 см		При дальнейшем росте растений в слое 0–100 см	
	м ³ /га	мм/га	м ³ /га	мм/га
Очень хорошие	–	–	Более 1600	Более 160
Хорошие	Более 400	Более 40	1300–1600	130–160
Удовлетворительные	200–400	20–40	900–1300	90–130
Неудовлетворительные	Менее 200	Менее 20	600–900	60–90
Очень плохие	–	–	Менее 600	Менее 60

Приложение 5

Оценка пористости почв (Н. А. Качинский)

п/п	Общая пористость, %	Качественная оценка почвы
1	Более 70	Избыточно пористая, почва вспушена
2	65–55	Отличная, культурный пахотный слой
3	55–50	Удовлетворительная для пахотного слоя
4	50–40	Неудовлетворительная для пахотного слоя
5	40–25	Чрезмерно низкая, характерна для уплотненных иллювиальных горизонтов
6	< 25	Неудовлетворительная

Приложение 6

Реакция почвенного раствора

рН	Реакция	рН	Реакция
3–4	Сильнокислая	7–8	Слабощелочная
4–5	Кислая	8–9	Щелочная
5–6	Слабокислая	9–11	Сильнощелочная
7	Нейтральная	–	–

Приложение 7

Оценка степени нуждаемости в известковании в зависимости от свойств почвы (по М. Ф. Корнилову)

Нуждаемость почв в известковании								
Гранулометрический состав	Сильная		Средняя		Слабая		Отсутствует	
	pH менее	V % менее	pH	V %	pH	V %	pH более	V % более
Тяжело- и среднесуглинистые	4,5	50	4,5–5,0	50–65	5,0–5,5	65–75	5,5	75
Легкосуглинистые	4,5	40	4,0–5,0	40–60	5,0–5,5	60–70	5,5	70
Супесчаные и песчаные	4,5	35	4,5–5,0	35–50	5,0–5,5	50–60	5,5	60
Заболоченные торфянистые и торфяно-болотные	3,5	35	3,5–4,2	35–55	4,2–4,8	55–65	4,8	65

Приложение 8

Градация почв по степени солонцеватости

Степень солонцеватости	Содержание поглощенного натрия, % от ЕКО	Нуждаемость в гипсовании
Несолонцеватые	Не более 5 во всех горизонтах	Не нуждаются
Слабо солонцеватые	5–10 в некоторых горизонтах	Слабая
Среднесолонцеватые	10–15 в некоторых горизонтах	Средняя
Сильно солонцеватые	15–20 в некоторых горизонтах	Средняя
Солонцы	20 в некоторых горизонтах	Сильная

Приложение 9

Градация почв по степени солончаковости

Степень солончаковатости	Содержание легкорастворимых солей, %
Незасоленные	Не более 0,25 – во всех слоях почвы
Солончаковатые	0 25–1 – в некоторых слоях
Солончаковые	> 1 в поверхностных слоях