

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Яблонских Л.А.

**ПОЛЕВЫЕ И ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ДИПЛОМНЫХ РАБОТ**

Учебное пособие по специальности 030027-почвоведение
По дисциплине ОПД Ф 04–География почв

ВОРОНЕЖ
2003

ВВЕДЕНИЕ

Учебным планом для студентов V курса почвенного отделения биолого-почвенного факультета Воронежского госуниверситета предусмотрен спецпрактикум по изучению физических, физико-химических и химических свойств почв. Специфика его заключается в выполнении комплекса лабораторно-практических занятий, на основе которых производится написание основных разделов дипломной работы, рассматривающих разностороннюю характеристику почв и почвенного покрова конкретной территории. Из большого числа методов исследования почв выбраны лишь немногие, наиболее достоверные и общепринятые. При их выполнении получают определенные уровни или величины показателей, характеризующие свойства почв и протекающие в них химические процессы, а также позволяющие решать поставленные исследователем задачи.

Темы дипломных работ студентов кафедры географии почв посвящены изучению почв и почвенного покрова (ПП) небольших по площади территорий (хозяйств) Среднерусского Черноземья. Каждая из них предусматривает проведение в период производственной практики полевых почвенных исследований. Работа в поле начинается с рекогносцировки на местности. Сущность ее заключается в тщательном выборе конкретных участков для закладки почвенных разрезов. При этом не исключается возможность заложения топографических профилей, которые предусматривают комплексное исследование природных объектов (растительность, рельеф, почвы, материнские породы и др.), существующих в тесной взаимосвязи и взаимообусловленности. На их примере устанавливаются закономерности распределения ПП в условиях мезо- и микрорельефа. Заложение основных почвенных разрезов сопровождается из морфологическим описанием и отбором почвенных образцов для анализа. Общее их количество должно охватывать все типы, подтипы, роды, виды, основные разновидности почв и обеспечить достаточную повторность для почв, занимающих наибольшие площади (2-3 разреза на каждый вид).

1. ОТБОР И ПОДГОТОВКА ПОЧВЕННЫХ ПРОБ К АНАЛИЗУ, ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЕЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

ОТБОР ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ, ИХ ХРАНЕНИЕ И ПОДГОТОВКА К АНАЛИЗУ

Отбор почвенных образцов для характеристики свойств почвы — главная задача из программы исследований, поэтому очень важно правильно взять образец из почвы в поле и правильно подготовить его к анализу. Для характеристики общих свойств почвы образцы отбирают из каждого генетического горизонта. При этом пробы отбираются методом «сплошной» колонки: снизу вверх, начиная с горизонта С вырезается в средней части каждого горизонта прямоугольник длиной ребра около 10 см. Техника взятия образца из генетического горизонта такова: находят се-

После отбора корешков почву вновь растирают в фарфоровой ступке и просеивают через сито с отверстиями 0.25 мм. Подготовленную почву хранят в бумажном пакете или пробирке, закрытой пробкой.

Лесную подстилку, дернину, торф из-за большой влажности высушивают в хорошо вентилируемом помещении несколько суток, затем измельчают в ступках, размалывают на мельнице и просеивают через сито 2-3 мм. Затем отбирают средний образец массой 5-200 г, измельчают и просеивают через сито в 1 мм. Растирают и просеивают до тех пор, пока не будет просеян весь образец, который затем хранится так же, как и минеральная почва.

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЕЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И СПОСОБЫ ВЫРАЖЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА ПОЧВ [1]

Для оценки уровней показателей химических свойств почв и химических почвенных процессов используют единицы физических величин. В 1960 г. 11-я Генеральная конференция по мерам и величинам приняла Международную систему единиц СИ (Système International d'Unités – SI). Она включает 7 основных единиц. При оценке химического состояния почв чаще всего используют единицы массы и единицы количества вещества.

С введением СИ такие единицы массы, как грамм- и миллиграмм-эквивалент, ранее принятые почвоведомы всего мира, были упразднены и в настоящее время в зарубежной литературе не употребляются. В нашей стране они во многих изданиях продолжают использоваться.

В СИ основной единицей массы является килограмм, а часто употребляемыми дольными единицами (единицами, составляющими долю, часть от принятой единицы физической величины) – грамм и миллиграмм. В почвоведении часто используют единицы, характеризующие массовую долю того или иного компонента в почве. Под массовой долей понимают отношение массы компонента, содержащегося в системе, к общей массе этой системы. Результаты анализа выражают в процентах (сотая доля, %), промиллях (тысячная доля, ‰, ppt), в миллионных долях (млн^{-1} , в англоязычной литературе ppm – pars pro million). Единицы ppt и ppm удобны для оценки малых концентраций веществ, их широко используют в иностранной литературе. В отечественной литературе чаще применяют мг/кг, что соответствует 1 ppm. Достаточно часто применяют единицы, которые характеризуют выраженную в миллиграммах массу компонента, содержащуюся в 1 кг или 100 г почвы ($\text{мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ или мг/кг, мг/100 г почвы). В тех случаях когда необходимо оценивать эквивалентные соотношения между реагирующими или содержащимися в почвах компонентами, используют не единицы массы, а единицы количества вещества.

Основной единицей количества вещества в СИ является моль (mol), дольными единицами – децимоль (дмоль, dmol), сантимоль (смоль, smol), миллимоль (ммоль, mmol) и микромоль (мкмоль, μmol). Перечисленные

дольные единицы соответствуют 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-6} доле моля. В скобках приведены русские и международные обозначения единиц.

В соответствии с СИ *моль* – единица количества вещества, состоящая из столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в 0.012 кг углерода-12 (^{12}C). Число атомов в 0.012 кг ^{12}C , или в одном моле углерода-12 равно числу Авогадро – $6.022 \cdot 10^{23}$. Тогда $6.0221 \cdot 10^{23}$ любых структурных элементов составляет моль этих элементов.

Структурными элементами могут быть реальные частицы – молекулы, атомы, ионы, электроны, протоны и разнообразные условные частицы. В качестве условных частиц можно рассматривать $1/2$ молекулы H_2SO_4 , $1/3$ иона Al^{3+} и пр.

Эквивалентом называют реальную или условную частицу, которая может присоединять, высвобождать или быть каким-либо другим образом эквивалентна одному иону водорода в кислотно-основных реакциях или одному электрону в окислительно-восстановительных реакциях. Поскольку эквивалент рассматривается как частица (реальная или условная), единицей количества вещества эквивалента также является моль.

Количество вещества обозначают символом «*n*». Так, количество вещества Ca^{2+} записывается как $n(\text{Ca}^{2+})$. Например, $n(\text{Ca}^{2+}) = 5$ ммоль.

Символом «*M*» обозначают молярную массу вещества. Молярная масса рассматривается как масса, отнесенная к количеству вещества. Единицей молярной массы в СИ является $\text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}$ или кг/моль . Могут быть использованы $\text{г} \cdot \text{моль}^{-1}$, $\text{г} \cdot \text{смоль}^{-1}$, $\text{г} \cdot \text{ммоль}^{-1}$. Например $M(\text{Ca}^{2+}) = 40.08 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$, $M(\text{Ca}^{2+}) = 0.04008 \text{ г} \cdot \text{ммоль}^{-1}$, $M(1/2\text{Ca}^{2+}) = 20.04 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$, $M(1/2\text{Ca}^{2+}) = 0.02004 \text{ г} \cdot \text{ммоль}^{-1}$. Таким образом:

1 моль CaCl_2 состоит из $6.022 \cdot 10^{23}$ молекул, имеет массу 110.99 г; молярная масса CaCl_2 составляет $110.99 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$ или сокращенно - $M(\text{CaCl}_2) = 110.99 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$;

1 моль Ca^{2+} состоит из $6.022 \cdot 10^{23}$ ионов, имеет массу 40.08 г, $M(\text{Ca}^{2+}) = 40.08 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$;

1 моль $(1/2\text{Ca}^{2+})$ состоит из $6.022 \cdot 10^{23}$ условных частиц, или эквивалентов, имеет массу 20.04 г, молярная масса $1/2\text{Ca}^{2+}$ соответствует $20.04 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$ или $M(1/2\text{Ca}^{2+}) = 20.04 \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$;

1 моль электронов (e^-) состоит из $6.022 \cdot 10^{23}$ электронов, имеет массу $0.5486 \cdot 10^{-3} \text{ г}$, $M(e^-) = 0.5486 \cdot 10^{-3} \text{ г} \cdot \text{моль}^{-1}$.

Количество вещества (число молей растворенного вещества), деленное на объем раствора, рассматривают как молярную концентрацию (символ «*c*»). Тогда выражение для концентрации раствора, содержащего в 1 л 1 моль HCl , имеет вид: $c(\text{HCl}) = 1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$. Выражение $c(1/2\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ соответствует выражению 0.1н. H_2SO_4 , $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.1 \text{ моль} \cdot \text{л}^{-1}$ соответствует выражению 0.1М H_2SO_4 .

Для того, чтобы от количества вещества в исследуемой системе перейти к его массе, число молей вещества необходимо умножить на величину его молярной массы. Предположим, что 1 кг почвы содержит 50 ммоль (слово моль после числа в заголовках таблиц не склоняется) суль-

фат-ионов. Молярная масса SO_4^{2-} равна 96 г/моль или 0.096 г/ммоль. Тогда, умножив 50 ммоль на 0.096 г/ммоль, получим, что в 1 кг почвы содержится 4.8 г SO_4^{2-} . Если результат анализа той же почвы выражен числом миллимолей эквивалентов сульфат-ионов ($1/2\text{SO}_4^{2-}$), то он соответствует 100 ммоль $(-)\cdot\text{кг}^{-1}$ или 100 ммоль $(-)/\text{кг}$. В этом случае, чтобы вычислить массу сульфат-ионов в почве, число миллимолей эквивалентов сульфат-ионов нужно умножить на молярную массу эквивалента $M(1/2\text{SO}_4^{2-})$, равную 0.048 г/ммоль. Получаем тот же результат. Масса сульфат-ионов в 1 кг почвы составляет 4.8 г, или массовая доля сульфат-ионов в почве соответствует 0.48%.

С помощью единиц количества вещества результаты анализа почвы с массовой долей сульфат-ионов, равной 0.48%, могут быть выражены следующим образом:

50 ммоль $(\text{SO}_4^{2-})\cdot\text{кг}^{-1}$, 5 смоль $(\text{SO}_4^{2-})\cdot\text{кг}^{-1}$ или 5 ммоль $(\text{SO}_4^{2-})/100 \text{ г почвы}$;

100 ммоль $(1/2\text{SO}_4^{2-})\cdot\text{кг}^{-1}$, 10 смоль $(1/2\text{SO}_4^{2-})\cdot\text{кг}^{-1}$, 10 ммоль $(1/2\text{SO}_4^{2-})/100 \text{ г почвы}$;

100 ммоль $(-)\text{ кг}$, 10 смоль $(-)\text{ кг}$, 10 ммоль $(-)/100 \text{ г почвы}$.

В последнем случае знак «-» обозначает заряд условной частицы $1/2\text{SO}_4^{2-}$. Полезно помнить, что результаты анализа, выраженные в миллимолях эквивалентов и в миллиграмм-эквивалентах (что встречается в литературе прошлых лет), численно равны.

Единицы количества вещества используют при исследовании ионообменных свойств почв. Характеризуя ионообменную способность почв, по существу оценивают количество отрицательных (емкость катионного обмена – ЕКО) или положительных (емкость анионного обмена – ЕАО) зарядов частиц почвенного поглощающего комплекса (ППК). В соответствии с системой СИ единицей количества вещества зарядов на единицу массы почвы становится моль $(\text{e}^-)\text{кг}^{-1}$ по отношению к отрицательно заряженным позициям ППК или моль $(\text{p}^+)\text{ кг}^{-1}$ по отношению к зарядам катионов, компенсирующим отрицательные заряды ППК. Величины должны быть численно равны, потому что 1 протон (p^+) или его электрохимический эквивалент в виде катиона компенсируют 1 отрицательный заряд ППК. Тогда содержание обменных катионов в ППК и емкость катионного обмена могут быть выражены, например, как 50 ммоль $(\text{p}^+)\text{ кг}^{-1}$, 50 ммоль $(+)\text{ кг}^{-1}$, или 5 ммоль $(+)/100 \text{ г почвы}$.

Кроме основных единиц СИ (масса, количество вещества, длина, время, сила света, сила электрического тока, термодинамическая температура), используются производные единицы. Так, для оценки химического потенциала, или мольного изменения свободной энергии Гиббса, используют джоуль на моль (Дж/моль, $\text{J}\theta\text{mol}^{-1}$), для оценки удельной электрической проводимости почвенных растворов и фильтратов из насыщенных водой почвенных паст – сименс на метр (См/м, дСм/м, мСм/см, $\text{S}\theta\text{m}^{-1}$, $\text{dS}\theta\text{m}^{-1}$, $\text{mS}\theta\text{m}^{-1}$).