

Экоаналитическая химия

Лекция 9

Аналитическая химия почв

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Санкт-Петербургский государственный химический университет
Институт химии и физики почв



Что такое почва?

- Верхний, обладающий плодородием, слой земной поверхности глубиной от нескольких сантиметров до 1 м и более;
- Результат выветривания горной породы и деятельности живых организмов – «благородная ржавчина».



Что такое почва?

- В.В. Докучаев, "Русский чернозём": впервые объяснил происхождение и географическое разнообразие почв, как специфических природных тел, которые могут существовать только в особом мире - четвертом царстве природы.
- В.И. Вернадский: почвы-сложные естественные тела, закономерно построенные из живых и косных (т.е. неживых) природных тел.

"...Всё яснее становится нам значение почвы в биосфере - не только как субстрата, на котором живёт растительный и животный мир, но как области биосферы, где наиболее интенсивно идут разнообразные химические процессы, связанные с живым веществом"

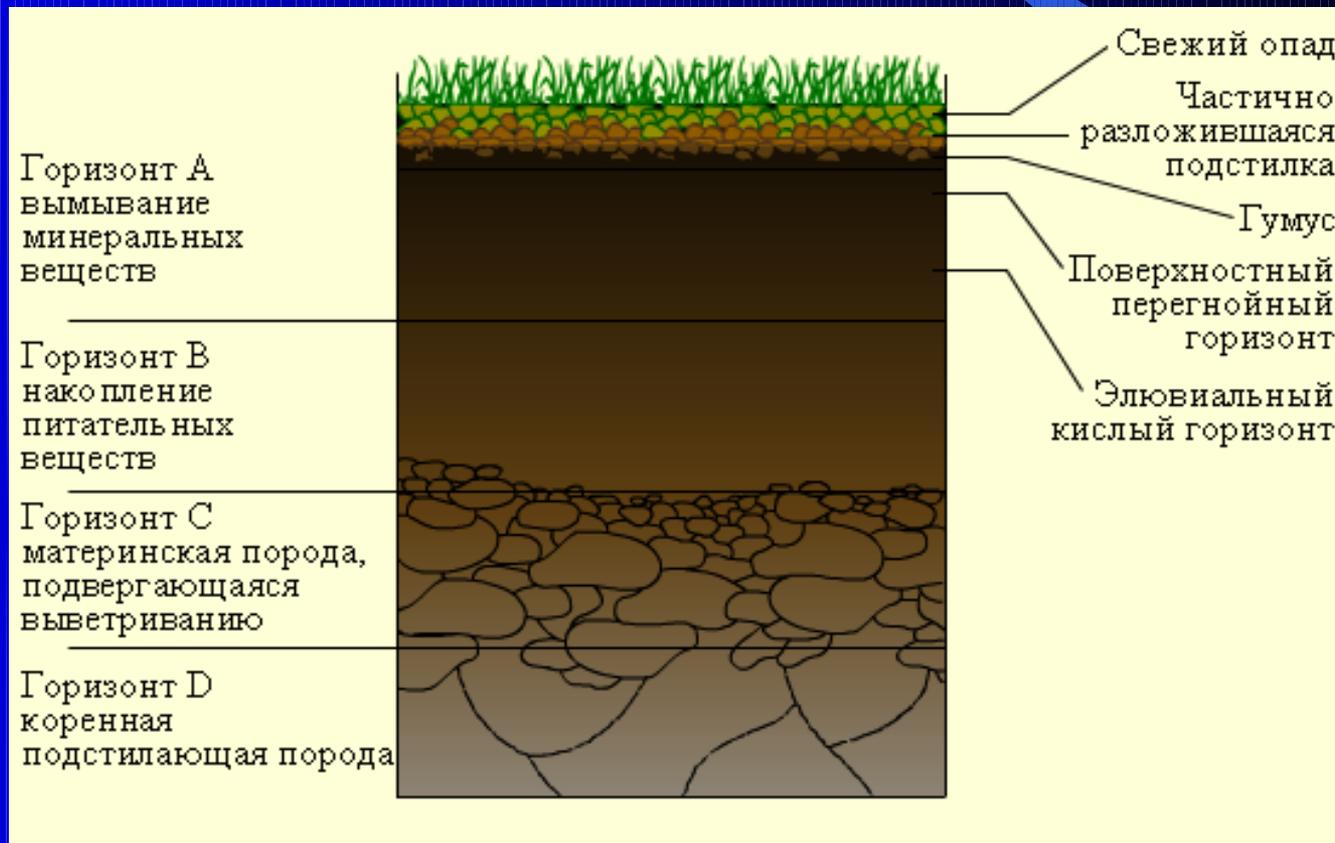
В.И. Вернадский

Специфические свойства почвы в отличие от горных пород

- Наличие характерного *почвенного профиля*;
- Рыхлость, водопроницаемость, воздухопроницаемость, аэрируемость;
- Особенности химического состава;
- Биотичность.

Почвенный профиль

Последовательность и характер горизонтов с разными физическими свойствами, окраской и общим видом.



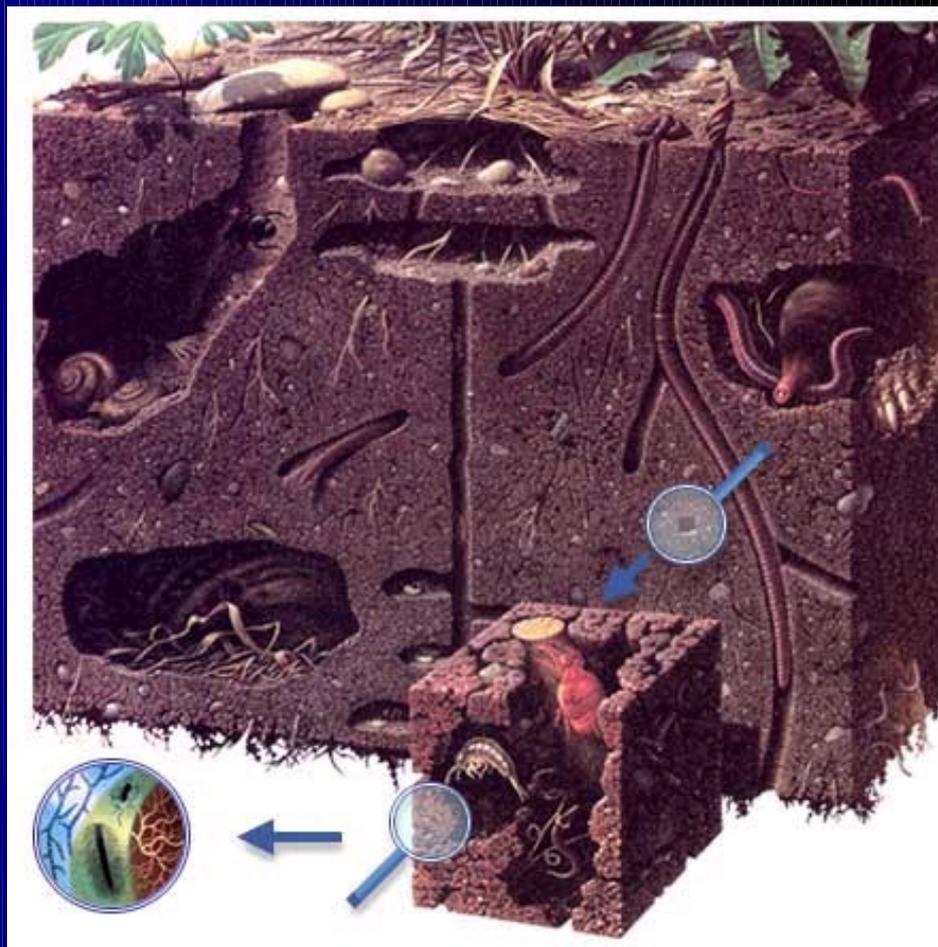
Особенности химического состава почвы

- в верхней части почвенного профиля накапливается гумус, органические вещества, элементы питания (азот, фосфор, сера, калий, кальций, медь, цинк и др.);
- значительное количество высокодисперсных аморфных и кристаллических веществ (почвенные коллоиды и минералы);
- почвенная влага (почвенный раствор) и почвенный воздух (повышенное содержание CO_2 , углеводородов, водяных паров) по объему составляют 40-60 % почвы .

Специфические свойства почвы - биотичность

Почва- среда
обитания:

- Микроорганизмов;
- Животных организмов;
- Корневых систем растений;
- Грибов, водорослей и т.п.



Основные компоненты почв

- Минеральная основа (50–60 % от общего объёма);
- Органическое вещество (до 10 %);
- Воздух (15–25 %);
- Вода (25–35 %).



Содержание химических элементов в почвах

Элемент	Массовая доля, %	Элемент	Массовая доля, %
Si	26-44	Mn	0.01-0.3
Al	1-8	C _{орг}	0.5-4
Fe	0.5-6	N	0.05-0.2
Ca	0.3-5	P	0.02-0.1
K	0.2-3	S	0.02-0.2
Na	0.2-2	H	0.04-0.2
Mg	0.1-2	Mo, Br, As, I, Sc, Pb, Co, B, Cu, Li, Ni, Zn	$n \cdot 10^{-4}$ - $n \cdot 10^{-5}$
Ti	0.2-0.5	Hg, Se	Около 10^{-6}

Химические соединения основных элементов почв

Разнообразие соединений одного и того же элемента - залог устойчивости химического состояния почв.

Разнообразие фосфатов:

$\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6$, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$, $\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_3\text{H}_3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, CaHPO_4 , $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, $\text{PbAl}_3\text{H}(\text{OH})_6(\text{PO}_4)_2$, MnHPO_4 ; органические соединения фосфора.

Химические соединения основных элементов почв

Соединения железа:

- гетит FeOOH ;
- гематит Fe_2O_3 ;
- различные гидроксиды.

Соединения кремния:

- в почвенном растворе - ортокремниевая кислота H_4SiO_4 или ее полимерные формы;
- в твердых фазах - аморфный и кристаллический диоксид кремния SiO_2 (кварц), минералы группы алюмосиликатов, каркасные и слоистые: монтмориллонит, каолинит и гидрослюда .

Соединения углерода в почвах

Минеральные соединения:

- в почвенном воздухе - диоксид углерода CO_2 ;
- в почвенном растворе - угольная кислота;
- в степных и сухостепных почвах - CaCO_3 и Na_2CO_3 ;

Органические соединения:

- низкомолекулярные - от метана CH_4 до аминокислот (в почвах обнаруживают до 17 - 22 различных аминокислот), простейших кислот жирного ряда, моносахаридов;
- высокомолекулярные соединения - целлюлоза, лигнин, полипептиды, гуминовые вещества .

Химические реакции и процессы в почвах

- осаждение-растворение;
- катионный обмен;
- комплексообразование;
- синтез и минерализация органических соединений;
- образование гуминовых веществ.

Катионный обмен

- Твердая часть почвы – П – ионообменник;
- Почвенный раствор – раствор электролита:



- Общее количество обменных катионов в почве - **емкость катионного обмена (ЕКО)**;
- **Единицы измерения:** смоль (+) · кг⁻¹.

Кислотность почв

Обменные катионы и потенциальная кислотность почв:

- $\text{PH}^+ + \text{K}^+ \leftrightarrow \text{PK}^+ + \text{H}^+$;
- $\text{PAI}^{3+} + 3\text{K}^+ \leftrightarrow \text{PK}_3^+ + \text{Al}^{3+}$;
- $\text{Al}^{3+} + 3 \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+$.

Природная кислотность почв:

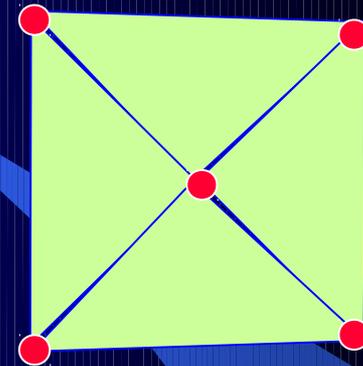
- органические кислоты;
- CO_2 (несколько %);
- кислотные дожди.

Что такое загрязненная почва?

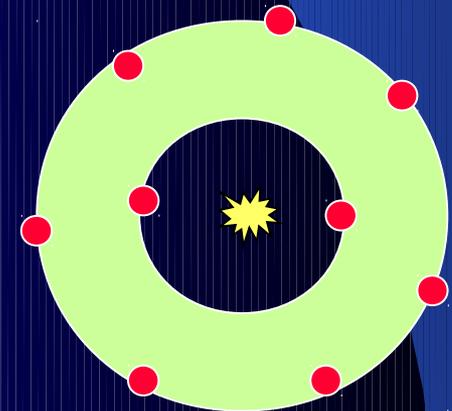
Почва, которая представляет актуальную (реальную, действующую сейчас) или потенциальную опасность для здоровья или окружающей среды в результате текущего или предшествующего использования.

Пробоотбор почв

- Пробы гумусового горизонта: глубина 20 см; масса 0.5 – 1 кг; отбор методом «конверта».
- При определении нефти, нефтепродуктов и др. веществ, локализующихся на поверхности - глубина 0-5 см и 5-20 см; масса 0.2 кг;
- При локальном загрязнении – места отбора проб по концентрическим окружностям.



5-10 м



Пробоотборники почв



При изучении миграции веществ отбирают пробы с отдельных горизонтов

(Задана глубина и площадь отбора)

Пробоотборники почв

Пробы почв с
разных
горизонтов



Консервирование:

- Охлаждение до 2-5 °С;
- Замораживание до -20 °С (органические вещества, ЛОС, ПХБ, ПАУ, пестициды, минеральные масла)
- высушивание;
- добавки этанола, метанола (ЛОС), формалина.

Хранение:

- в темноте без доступа воздуха.
- ЛОС, нитрит, сульфид определяют сразу же.