

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

КУРС ЛЕКЦИЙ

для студентов специальности:

1-51 01 01 Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

Разработан доц. Н.В. Ковальчик

Лекция 5

ОРГАНИЧЕСКИЕ И ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ

Источники органического вещества почвы:

1. остатки растений (надземной и корневой частей)
2. отмершие остатки животных и микроорганизмов

Источники гумуса в различных ландшафтах

Ландшафты	Запасы фитомассы, г/м ²	Отношение корневой массы к надземной	Биомасса микроорганизмов, г/м ²	Почвенные животные, беспозвоночные
Тундра	150-2500	3-4	10-15	1-3 г/м ²
Таежно-лесные	25000-40000	1/3 – 1/5	30, доминируют грибы	2-9 г/м ²
Степные	1200-2500	3-6	60, грибы, спорообразующие бактерии, актиномицеты	12-16г/м ² , доминируют дождевые черви
Пустынные	-	8-9	Биологически активны только в отдельные годы	-

Формы органического вещества почвы :

1. Органическое вещество типа моор (от нем. MOOR – торфяник) образует лесную подстилку, мохово-торфянистый горизонт.

Слабо разрушенные органические остатки.

Под микроскопом хорошо видны все детали растительной ткани – конфигурация клеток, толщина их оболочек и др.

Цвет растительных остатков бурый.

2. Грубый гумус, или модер (от нем. MODER).

Остатки в стадии глубокого разложения – однородная рыхлая перегнойная масса.

Под микроскопом можно видеть только маленькие части растительных тканей.

Цвет - от темно-бурого до черного цвета.

3. Специфические почвенные органические образования – гумус типа мюль (от нем. MULL).

Аморфные агрегаты, диффузно разбросанные в почве или образующие органо-минеральные соединения.

Под микроскопом не видно следов растительных тканей.

Цвет от желто-бурого до черного.

Факторы и условия гумусообразования

Ведущие факторы гумусообразования:

- водно-воздушный и температурный режим почвы
- количество, состав и характер поступления растительных остатков, видовой состав микроорганизмов
- гранулометрический и минералогический состав, физико-химические свойства почвы

Общая схема гумусообразования по Александровой (1980):

Органические остатки

*Минерализация
(микроорганизмами)*



Продукты полной минерализации

*Микробный синтез
(для самовоспроизводства)*



Белки, жиры, углеводы

Гумификация



Гумусовые соединения

Гумусообразование – это совокупность сложных биохимических процессов, в результате которых органические вещества индивидуальной природы превращаются в гумусовые вещества с общими чертами строения и свойствами

Концепции гумусообразования

- Конденсационная
- Биохимического окисления
- Биологическая

Гумус – основная часть органического вещества почвы, утратившая черты анатомического строения организмов

Гумус



органические соединения

Неспецифические (*менее 15 %*)

Специфические (*более 75 %*)

Гумусовые кислоты

Гумин

Гуминовые кислоты

Фульвокислоты

Специфические гумусовые вещества – смесь разных по составу и свойствам высокомолекулярных азотсодержащих органических соединений циклического строения и кислотной природы

Специфические гумусовые вещества

Гуминовые кислоты – не растворимые в воде, минеральных и органических кислотах вещества темного цвета (от *бурого до черного*).

Растворимы только в щелочах и осаждаются из щелочных растворов при их подкислении в виде комочков.

Обладают высокой молекулярной массой (10000 – 100000 ед.).

Образуются в основном в черноземах, каштановых почвах, хорошо окультуренных дерново-подзолистых и серых лесных почвах.

Фульвокислоты – растворимые, высокоподвижные вещества с меньшей молекулярной массой, выраженными кислотными свойствами и способностью к образованию комплексных соединений.

Окраска фульвокислот – от *соломенно-желтой до светло-коричневой*.

Хорошо растворимы в воде, их водные растворы имеют сильнокислую реакцию (рН 2,6—2,8).

В связи с этим являются активными агентами разрушения первичных и вторичных минералов.

Преобладают в почвах подзолистого типа, красноземах и некоторых почвах влажных тропиков.

В элементном составе С меньше, но больше О. Содержание N и H такое же, но азот лучше гидролизуется.

Гумин – не растворимые вещества (не экстрагируются ни кислотными, ни щелочными растворителями). Прочно связан с глинистыми минералами почвы, а в торфяных почвах – с растительными остатками (целлюлозой, лигнином, протеином и др.)

Элементный состав гуминовых кислот и фульвокислот

Элемент	ГК, %	ФК, %
С	50-62	40-52
О	31-40	40-48
N	2- 5	2-5
	мало доступен	более доступен
H	3-5	3-5
Зольные вещества	1-5	-

Функции гумуса

1. Формирование специфического **почвенного профиля** (с гор. А1),

улучшение **структуры и водно-физических** свойств,

увеличение **поглотительной способности и буферности** почв.

2. Источник минеральных **элементов питания** растений
(N, P, K, Ca, S, микроэлементы),

повышение **биологической и биохимической активности** почв, что стимулирует
рост и развитие растений,

источник **CO₂** в приземном слое воздуха.

3. **Санитарно-защитные** функции:

гумус ускоряет разрушение пестицидов,
закрепляет загрязняющие вещества (сорбция) и тем самым снижает
их поступление в растения.

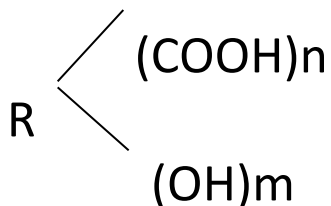
Географические закономерности распределения гумуса в почвах

Почвы	Гумус,%	ГК, % от гумуса	ФК, % от гумуса	$\frac{Сгк}{Сфк}$	Морфология гумуса
Подзолистые, дерново- подзолистые	2,5–4,0	12-30	25-30	0,6–0,8	Moder Moor
Серые лесные	4,0– 6,0	25 - 30	25 - 27	1	Moder, Mull
Черноземы	7,0 – 10,0	35 - 40	15 - 20	1,5- 2,5	Mull
Каштановые	1,5 – 4,0	25 - 35	20- 25	1,2 – 1,5	Mull
Бурые сухо- степные	1,0 – 1,2	15-18	20 - 23	0,7	Mull, Moder
Сероземы светлые	0,8- 1,0	17-23	25-33	0,7	Mull, Moder
Красноземы	4,0-6,0	15-20	22-28	0,6-0,8	Moder Mull

Строение гумусовых кислот

Основными компонентами молекулы гумусовых кислот

являются:



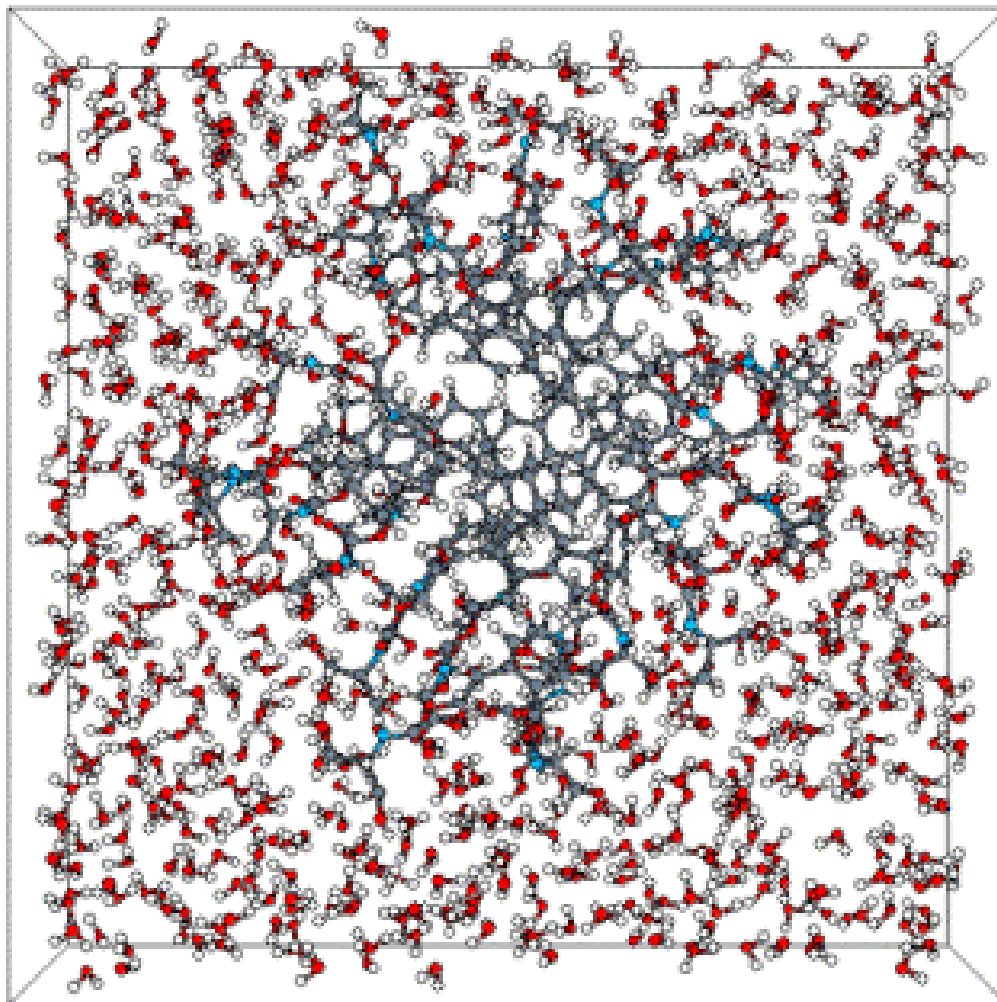
ядро и периферические боковые цепи.

Ядро молекулы представлено *ароматическими* или *гетероциклическими кольцами* типа бензола, пиридина, нафталина и др. Ядерные фрагменты соединены между собой углеродными $-\text{C}-\text{C}-$, кислородными $-\text{O}-$, азотными $-\text{N}-$, углеводородными $-\text{CH}_2-$ мостиками и имеют рыхлое сетчатое строение.

Периферические боковые цепи содержат *функциональные* группы, преимущественно карбоксильные $-\text{COOH}$ и гидроксильные $-\text{OH}$, которые *определяют кислотную природу* этих соединений.

Водород функциональных групп способен замещается на металлы. При этом образуются соли гуминовых кислот – *гуматы* и соли фульвокислот - *фульваты*.

Один из ракурсов трёхмерной расчётной модели гуминовой кислоты. В центре серым цветом показано ароматическое **ядро**, к которому примыкают **радикалы**. Молекула гуминовой кислоты окружена молекулами **воды**. Атомы кислорода показаны красным, атомы углерода – чёрным, атомы азота – голубым, атомы водорода – белым



Органо-минеральные соединения

Преобладающая часть гумусовых веществ в почвах находится в форме органо-минеральных соединений. Они имеют высокую устойчивость к разложению и минерализации и могут существовать в течение сотен и тысяч лет.

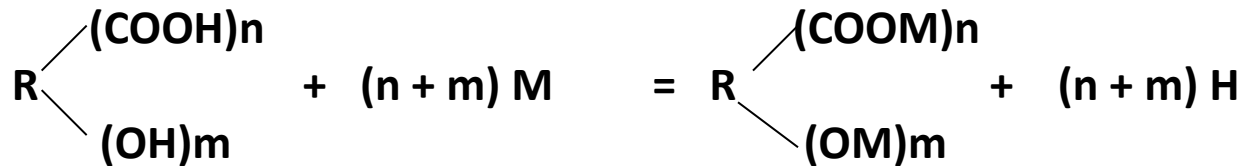
По характеру взаимодействия выделяют **3 группы** органо-минеральных соединений:

- Простые гетерополярные соли
- Комплексно-гетерополярные соли
- Адсорбционные органо-минеральные соединения

Простые гетерополярные соли

К ним относятся **гуматы и фульваты аммония, щелочных и щелочноземельных металлов.**

Механизм образования заключается в обменной реакции между **водородом** кислых функциональных групп гумусовых кислот и **катионами** почвенного раствора.



Гуматы и фульваты **щелочных металлов и аммония** хорошо растворимы в воде.

Гуматы **Ca** – не растворимы, а **Mg** - частично. При высыхании образуют водопрочные гели. Они принимают участие в формировании водопрочной структуры почвы.

Фульваты **Ca** и **Mg** растворимы в воде при всех значениях pH, кроме сильнощелочных (pH > 10).

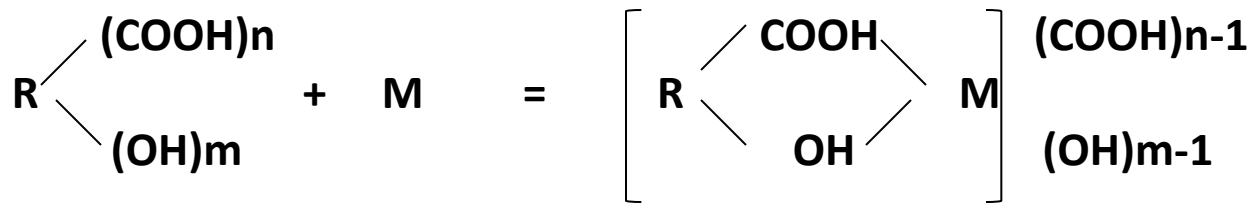
Растворимость солей гумусовых кислот указывает на их подвижность в почвенном профиле и участие в аккумулятивных процессах.

Комплексно-гетерополярные соли

Образуются при взаимодействии гумусовых кислот с **поливалентными металлами (Fe, Al, Cu, Zn, Ni)**.

Металл в комплексно-гетерополярных солях входит в **анионную** часть молекул и не способен к обменным реакциям.

Поливалентные металлы в составе комплексов присутствуют в форме ионов.



Характерной особенностью этих соединений являются остаточная емкость катионного обмена щелочных и щелочноземельных металлов за счет оставшихся свободных карбоксильных, фенолгидроксильных групп.

Миграционная способность солей может быть разной и зависит от: количества свободных функциональных групп, степени гидратации, состава гумусовых веществ.

Более подвижными являются комплексно-гетерополярные соли **ФК**.

Адсорбционные органо-минеральные соединения

Образуются путем *сорбции* на поверхности твердых частиц почвы.

К ним относятся:

Al–гумусовые и **Fe– гумусовые** сорбционные комплексы, **глиногумусовые, кремниевогумусовые** комплексы.

Al– и Fe– гумусовые комплексы образуются путем сорбции гумусовых кислот гелями оксидов железа и алюминия. При этом образуются пленки на поверхности твердых частиц и конкреции.

Глиногумусовые комплексы образуются в процессе склеивания поверхностей гумусовых кислот и их органо-минеральных производных с поверхностями глинистых минералов.

Склеивание может происходить в результате ионного обмена, хемосорбции и др. Эти процессы играют важную роль в формировании гумусовых горизонтов, их структурного состояния и оказывают влияние практически на все свойства и режимы почв.

Роль органических веществ в почвообразовании, плодородии почв и питании растений

- Взаимодействие органических веществ с минеральной частью почв – основа почвообразования.
- Содержание, запасы и состав гумуса – главные показатели почвенного плодородия.
- Органическое вещество – источник азота и зольных элементов питания растений.
- Органическое вещество оптимизирует физико-химические свойства почв.
- Органическое вещество содержит физиологически активные вещества, поддерживает жизнедеятельность микроорганизмов.