

Тема: ОРГАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПОЧВЫ



Содержание:

- Органическое вещество почвы.
- Современные концепции гумусообразования.
- Состав и свойства гумуса.
- Значение гумуса в почвообразовании.

Научное изучение органического вещества почв - первая половина XIX в. (Шпренгель в Германии, Берцелиус в Швеции, Герман в России, Мульдер в Голландии).

П. А. Костычев - роль микроорганизмов в синтезе гумусовых веществ.

Первая четверть XX в. изучение химической природы гумусовых веществ (В. Р. Вильямс, С. Оден, А. А. Шмук) неспецифических для гумуса соединений (О. Шрайнер и Е. Шори).

Биомасса основных типов растительности, ежегодный опад и возможное образование за счет опада гумуса

Показатель	Основные типы растительности								
	тундры арктич.	ельники таежные	дубрав ы	степи умер. засуш.	сте пи сух.	пустыни полу кустар- вые	саванн ы сух.	субтро п. леса	влажные троп. леса
Общая биомасса , т/га	5,0	100-330	400	25	10	4,3	26,8	410	500
в том числе корни, т/га	3,5	22,0-73,5	96	20,5	8,5	3,8	11,3	82	90
то же, %	70	22	24	82	85	87	42	20	18

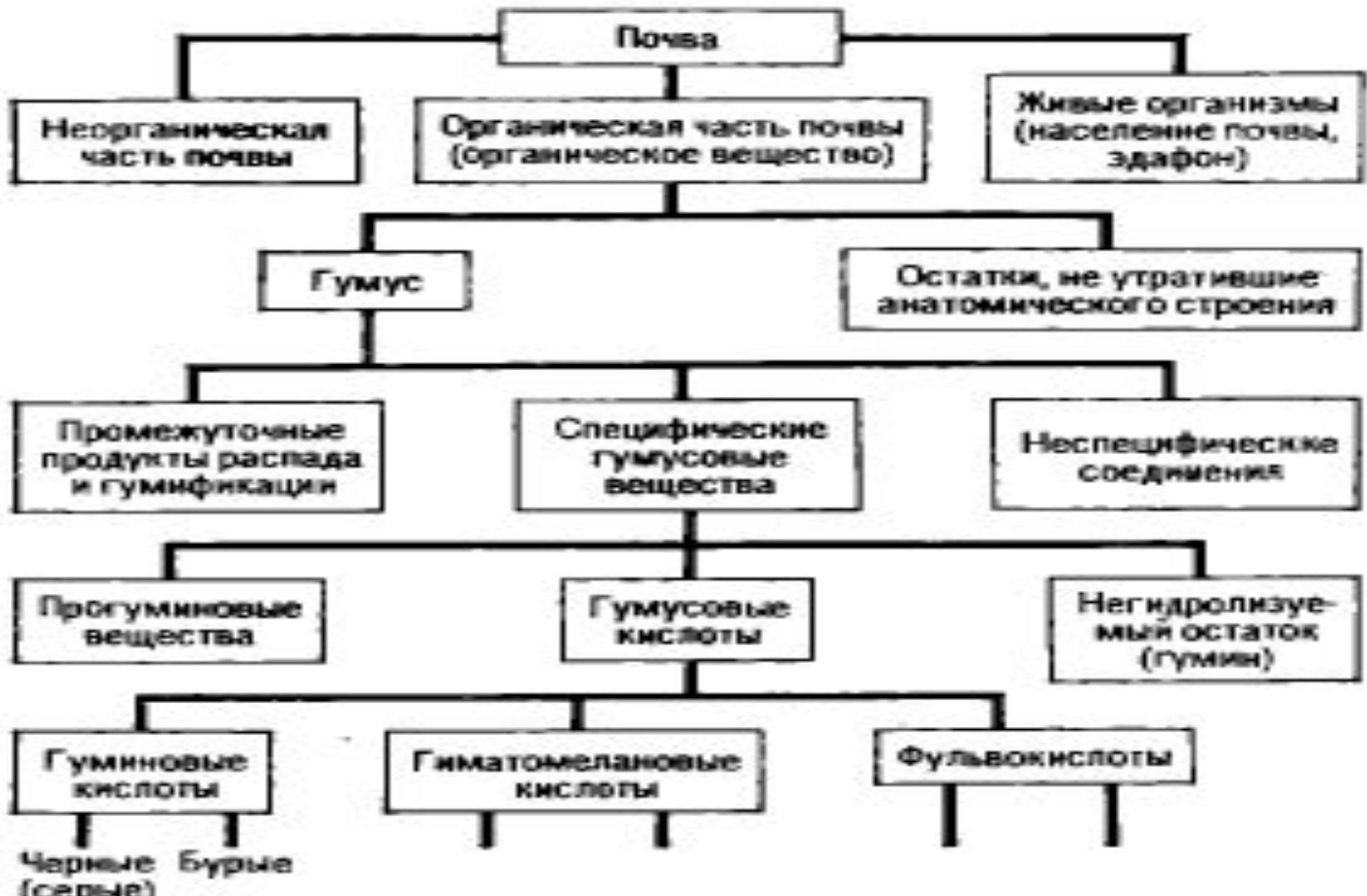
Ежегодный опад (надземной массы и корней), т/га	1,0	3,5-5,5	6,2	11,1	4,2	1,2	7,2	21,0	25,0
Возможное образовани е гумусовых веществ за счет опада, т/га	0,3	1,05-1,65	1,95	3,36	1,26	0,36	2,16	6,3	7,5
Запасы гумуса в почвах в слое 0-100 см, т/га	73	99	215	426	116	62	-	282	-

10. Химический состав высших и низших организмов, % к сухому веществу (А. Е. Возбуцкая)

Организмы	Зола	Белковые вещества	Углеводы		Лигнин	Липиды, дубильные вещества
			целлюлоза	гемцеллюлоза и прочие углеводы		
Бактерии	2—10	40—70	—	Есть	—	1—40
Водоросли	20—30	10—15	5—10	50—60	—	1—3
Лишайники (кустистые и пластинчатые)	2—6	3—5	5—10	60—80	8—10	1—3
Мхи	3—10	5—10	15—25	30—60	—	5—10
Папоротникообразные	6—7	4—5	20—30	20—30	20—30	2—10
Хвойные:						
древесина	0,1—1	0,5—1	45—50	15—25	25—30	2—12
хвоя	2—5	3—8	15—20	15—20	20—30	15—20
Лиственные:						
древесина	0,1—1	0,5—1	40—50	20—30	20—25	5—15
листья	3—8	4—10	15—25	10—20	20—30	5—15
Многолетние травы:						
злаки	5—10	5—12	25—40	25—35	15—20	2—10
бобовые	5—10	10—20	25—30	15—25	15—20	2—10

Система органических веществ почвы

(по Д.С.Орлову, 1985)



Процессы превращения органических остатков

- **Минерализация** органического вещества до конечных продуктов (CO_2 , H_2O и простых солей) аридные районы.
- **Гумификация** – совокупность сложных биохимических, физико-химических и химических процессов превращения органических остатков в гумусовые вещества.
- **Консервация** органического вещества в форме торфа при избытке влаги, низких температурах тундровые, таежные районы.

Современные концепции гумусообразования

Конденсационная (полимеризационная)

А. Г. Трусов, М. М. Кононова, В. Фляйг.

Процесс гумификации начинается с простых мономеров - продуктов распада биологических макромолекул или метаболитов почвенных микроорганизмов. Согласно конденсационной концепции гумусообразования, фульвокислоты являются предшественниками гуминовых кислот.

Концепция биохимического окисления

И. В. Тюрин, Л. Н. Александрова

- Гумификация - сложный био-физико-химический процесс превращения высокомолекулярных промежуточных продуктов разложения органических остатков в особый класс органических соединений - гумусовые кислоты. Ведущее значение - реакции медленного биохимического окисления, в результате образуется система высокомолекулярных органических кислот



Рис. 13. Схема гумификации и дальнейшей трансформации гумусовых веществ в почве (по Л. Н. Александровой).

Биологические концепции гумусообразования

Гумусовые вещества - продукты синтеза различных микроорганизмов.

(В. Р. Вильямс) качественная неоднородность гумусовых веществ почв связана с участием в их образовании различных групп микроорганизмов - аэробных и анаэробных бактерий, грибов.

Различные группы гумусовых веществ - экзоэнзимы разных групп микроорганизмов.

Гумус - сложный комплекс органических соединений, образующихся при разложении и гумификации органических остатков в почве.

Состав и содержание гумуса зависит:

- от условий и характера почвообразовательного процесса (микроорганизмы – бактерии, актиномицеты и грибы);
- состава поступающих в почву растительных остатков;
- от рН почвенного раствора (сильнощелочная и кислая неблагоприятны);
- режима кислорода (аэробную или анаэробную среду превращения растительных остатков);
- степени влажности, аэрации;
- температурные условия;
- механический и минеральный состав почвы.

Гумусовые вещества представляют собой смесь различных по составу и свойствам высокомолекулярных азотсодержащих органических соединений, объединенных общностью происхождения, некоторых свойств и чертами строения.

- 1) специфическая окраска, варьирующая от темно-бурой, почти черной, до красновато-бурой и оранжевой для различных групп и фракций гумусовых веществ;
- 2) кислотный характер, обусловленный карбоксильными группами;
- 3) содержание углерода от 36 до 62 %, азота от 2,5 до 5 % в различных группах и фракциях;
- 4) наличие во всех группах циклических фрагментов, содержащих 3 - 6 % гетероциклического азота;
- 5) наличие негидролизуемого азота в количестве 25 - 35 % от общего;
- 6) большое разнообразие веществ по молекулярным массам, лежащим в пределах от 700 - 800 до сотен тысяч.

СОСТАВ ГУМУСА

```
graph TD; A[СОСТАВ ГУМУСА] --> B[Гуминовые кислоты]; A --> C[Фульвокислоты]; A --> D[Гиматомелановая кислота];
```

Гумин

Гуминовые

кислоты

С – 52-62

Н – 3- 5,5

О – 30- 33

N – 3,5 - 5

Фульвокислот

ы

С – 44-49

Н – 3,5- 5,5

О – 44- 49

N – 2 - 4

**Гимато-
мелановая
кислота**

Фульвокислоты (греч. фульвос)- желтый

- Наиболее растворимая ГВ (в воде);
- менее сложная по строению, с более низкими молекулярными массами по сравнению с ГК ;
- с высокой миграционной способностью;
- с повышенной кислотностью (способны разрушать минералы);
- способностью к комплексообразованию;
- участвуют в подзолообразовании;
- соли (фульваты) растворимы в воде;
- подзолистые, дерново-подзолистые, сероземы 35-50 %

Гуминовые кислоты

- Нерастворимая в воде, кислотах;
- темно-бурого цвета;
- более сложным строением, с более высокими молекулярными массами, повышенным содержанием С;
- в черноземах, серых лесных 20-40% ,

Гумин

- Самая устойчивая часть ГВ,
- нерастворимая в щелочах,
- черного цвета,
- прочная связь с минеральной частью почвы.

Гиматомелановые кислоты

группа гумусовых веществ с промежуточными свойствами между фульвокислотами и гуминовыми кислотами. Ранее включались в группу ГК.

Отличаются от них растворимостью в полярных органических растворителях.

Для агрономической характеристики почв используют следующие показатели.

Содержание гумуса в процентах в гумусных горизонтах (С,%):

- очень высокое > 10
- высокое 6-10
- среднее 4-6
- низкое 2-4
- очень низкое <2

Запасы гумуса (ЗГ, т/га) рассчитывают по формуле:

$ЗГ = C \cdot d_v \cdot h$, где ЗГ – запасы гумуса, т/га; d_v – плотность почвы, г/см³;

h – мощность слоя, см

Запас гумуса в слоях 0-20 см (0-100 см), т/га :

- очень высокий >200 (>600);
- высокий 150-200 (400-600);
- средний 100-150 (200-400);
- низкий 50-100 (100-200);
- очень низкий <50 (<100).

Профильное распределение гумуса в метровой толще (резко убывающее, постепенно убывающее, равномерное и др.).

Тип гумуса по соотношению гуминовых и фульвокислот

$(C_{ГК}:C_{ФК})$:

гуматный >2;

фульватно-гуматный 1-2;

гуматно-фульватный 0,5-1;

фульватный <0,5;

Обогащенность гумуса азотом оценивают по атомному

соотношению C:N:

очень высокая >5;

высокая 5-8;

средняя 8-11;

низкая 11-14;

очень низкая <14.

Качественные и количественные показатели состояния органического вещества основных типов почв

ПОЧВ

Показатели	Дерново-подзолистые (суглинчатые)		Черноземы обыкновенные		Сероземы	
Распределение по профилю	Резко убывающее		Постепенно убывающее		Равномерное или постепенно убывающее	
Содержание гумуса в верхнем минеральном горизонте, %	1—4 (низкое и очень низкое)		7—12 (высокое и очень высокое)		1—2 (очень низкое)	
Тип гумуса в верхнем горизонте по соотношению $C_{гв} : C_{фк}$	0,4—1,0 фульватный и гуматно-фульватный		1,3—2,3 фульватно-гуматный и гуматный		0,5—1,0 гуматно-фульватный	
Запас гумуса в слое 0—20 см, т/га	30—120 (средний, низкий и очень низкий)		200—350 (очень высокий)		30—60 (низкий и очень низкий)	
Обогащенность ароматическими фрагментами по содержанию углерода, %	ГК 52—55 (высокая)	ФК 44—46 (низкая)	ГК 57—62 (высокая и очень высокая)	ФК 42—45 (низкая)	ГК 57—60 (высокая)	ФК 44—46 (низкая)
Обогащенность азотом по весовому соотношению C:N	12—14 (низкая)	13—15 (низкая и очень низкая)	14—16 (очень низкая)	11—13 (низкая)	12—14 (низкая)	11—13 (низкая)
Гидролизруемый азот, % от общего	ГК 56—74	ФК 70—78	ГК 37—57	ФК 70—78	ГК 53—69	ФК 70—78
Содержание свободных ГК, % к сумме ГК	55—65 (среднее и высокое)	—	15—20 (очень низкое)	—	18—23 (низкое)	—
Содержание ГК, связанных с Са, % к сумме ГК	5—7 (очень низкое)	—	60—70 (высокое)	—	Не опр.	—
Содержание нерастворимого остатка, % к общему гумусу	25—35 (низкое)	—	32—40 (низкое)	—	40—50 (среднее)	—

Значение органического вещества

- А. функции, связанные с генезисом почвы, формированием ее морфологических признаков, вещественного состава и свойств.**
1. Формирование специфического органо профиля.
 2. Агрегатообразование с участием гумусовых и глиногумусовых соединений. Взаимодействие гумуса с минералами и формирование микробиологически и термодинамически устойчивых структур.
 3. Формирование сложения и влияние гумусовых веществ на водно-физические свойства почвы.
 4. Формирование лабильных миграционноспособных соединений и вовлечение минеральных компонентов почвы в биогеохимический круговорот.
 5. Формирование сорбционных, кислотно-основных и буферных свойств почвы.

Б. функции, связанные с прямым участием органических веществ в питании растений

6. Источник элементов минерального питания высших растений (N, P, K, Ca, микроэлементов).
7. Источник органического питания для гегеротрофных организмов и влияние на биологическую и биохимическую активность почв.
8. Источник CO₂, в приземном слое воздуха и влияние на продуктивность фотосинтеза.
9. Источник биологически активных веществ в почве, оказывающих влияние на рост и развитие растений, мобилизацию питательных веществ и т. д. (природные ростовые вещества, ферменты, витамины и др.).

В. Санитарно-защитные функции органического вещества

10. Ускорение микробиологической деградациии пестицидов, каталитическое влияние на скорость разложения пестицидов.
11. Закрепление загрязняющих веществ в почвах (сорбция, комплексообразование и т. д.), снижение поступления токсикантов в растение.
12. Усиление миграционной способности токсикантов.

Тесты для самоконтроля

- **Специфические вещества гумуса:** А) Азотная кислота, фосфорная кислота В) Липиды, жирные кислоты С) Гуминовые кислоты, гумины D) Аминокислоты, фульвокислоты
Е) Гуминовые кислоты, гиматомелановые кислоты F) Сахароза, доломит, аминокислоты G) Белки, гумин, углевод
- **Количество опада на 1 га почвы в год:** А) 200-250 кг В) 130-150 кг С) 350-400 кг D) 400-450 кг Е) 150-250 кг F) 300-350 кг G) 250-300 кг
- **Гумусово-аккумулятивный процесс:** А) Поверхность почвы состоит из полуразложившихся органических остатков В) Разложение растительных остатков С) Формирование почвы в аэробных условиях D) Формирование потенциально плодородия Е) Формирование комковатой структуры

- **Органическое вещество почвы состоит из:** А) беспозвоночных В) гумусовых кислот С) первичных минералов D) растительных остатков Е) вторичных минералов
- **Первичные ступени процесса гумусообразования:**
 - А) Выделяются гуминовые и фульфокислоты, образуются органо минеральные соединения В) Образование гумусовых кислот в результате биохимического окисления
 - С) Содержание оксидов кремния, устойчивые к кислотам
 - D) Образование солонцовых и солонцеватых почв
 - Е) Постепенно разлагаются гумусовые соединения
 - Ф) Разложение в результате гидролиза и окисления
- **Большую часть гумусовых кислот составляют:** А) минеральные соединения В) нерастворимый остаток С) фульвокислоты D) гематомелановые кислоты Е) гуминовые кислоты

- **Физические свойства гуминов:** А) Нерастворим, не выделяются из почвы В) Молекулярная масса высокая и содержание углерода 52-62% С) Молекулярная масса легкая и содержание углерода 40-52% D) Содержание углерода 64-72% E) Негидролизуемые остатки F) Много в гумусе черноземов и каштановых почв G) Хорошо растворяется в воде и в других растворителях
- **Мощность гумусового горизонта мощных и среднеспособных каштановых почв бывает:** А) 45-50 см В) менее 50 см С) 80-120 см D) более 120 см E) 85-90 см F) 30-45 см
- **На какие виды делятся черноземы по мощности гумусового горизонта:** А) малоспособные В) среднеспособные С) среднегумусные D) среднещелочные E) малогумусные
- **Воднорастворимые щелочные гуматы почвы:** А) фульвокислоты В) гумат магния С) гумат железа D) гумат калия E) гумат кальция F) гумат натрия G) гумат алюминия H) гумат аммония

- **Количество «высокое» содержание гумуса в почве в слое 0-20 см, т/га:** А) 115-130 В) 150-165 С) 220-250 D) 130-150 E) 100-115 F) 180-200
- **Количество «среднее» содержание гумуса в почве в слое 0-20 см, т/га:** А) 150-165 В) 200-220 С) 165-180 D) 130-150 E) 220-250 F) 180-200
- **Количество «среднее» содержание гумуса в почве в слое 0-100 см, т/га:** А) 500-600 В) 630-660 С) 200-250 D) 250-300 E) 400-500
- **Фульватно-гуматный тип гумусовых веществ:**
 А) (Сгк:Сфк-0,8 -1,0) В) (Сгк:Сфк>,5-1,0) С) (Сгк:Сфк-0,7-0,9) D) (Сгк:Сфк-2,0 -2,2) E) (Сгк:Сфк41-0,9 -1,0)
 F) (Сгк:Сфк-1,5-2,7)