

СКЛАД ОРГАНІЧНОЇ ЧАСТИНИ ҐРУНТУ



**КІЛЬКІСТЬ ВІДМЕРЛИХ ОРГАНІЧНИХ РЕШТОК, ЯКІ
ЗАЛИШАЮТЬСЯ РІЗНИМИ ГРУПАМИ РОСЛИН, (за М.М.Кононовою, 1963)**

БІОЦЕНОЗИ	Відмерлі рештки (корені + надземна маса, ц/га)
Ліс хвойний на дерново-підзолистому ґрунті	20-62
Ліс листяний на сірих лісових ґрунтах	24-64
Лучні степи на лучно-чорноземних ґрунтах	60-80
Лучні степи на карбонатних чорноземах	100-130
Різотравні степи на звичайних і південних чорноземах	80-110
Сухі степи на каштанових ґрунтах	40-80
Пустелі на сірих і бурих ґрунтах	8-10

Уся сукупність органічних компонентів у межах ґрунтового профілю називається **органічною речовиною ґрунту**.

Включає всі органічні компоненти ґрунту за винятком тих, які входять до складу живої біомаси.

Джерела гумусу у ґрунті:

органічні залишки *рослин*,
мікроорганізмів і ґрунтових тварин,
а також прижиттєві *продукти*
метаболізму живих організмів.

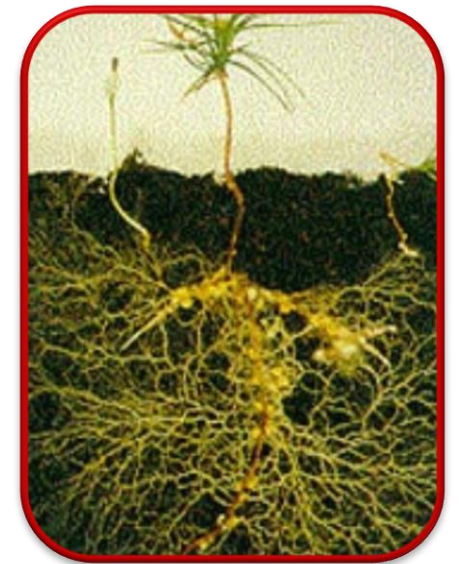


Продуктивність рослинності в різних ландшафтах, ц/га
Н.І. Базилевич та ін., 1968)

Ландшафт	Фітомаса	Річний приріст	Річний опад
Гірські тропічні ліси	17241	-	500
Субтропічні ліси (середні)	4100	245	250
Діброви	до 5000	90	65
Ялинники південної тайги	до 3300	85	55
Сосняки південної тайги	до 2800	61	47
Степи лучні	250	137	137
Пустелі напівчагарникові	43	12,2	12
Арктична тундра	50	10	12

Джерела гумусу у ґрунті

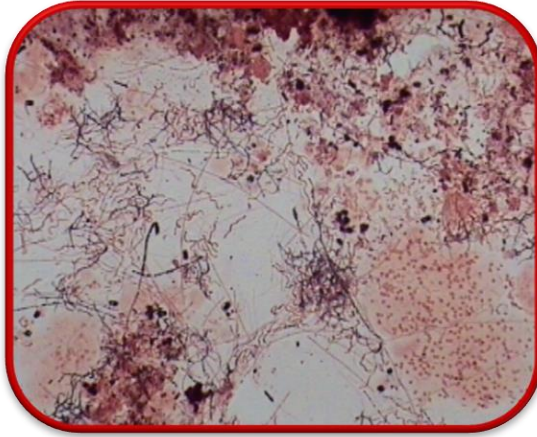
- Головне джерело органічної речовини ґрунту в природних ценозах – *рослинні залишки* у вигляді наземного й кореневого опаду.
- В агроценозах також *рослинний опад*, однак надходження в ґрунт післязбиральних залишків незначне
- В орних ґрунтах - *органічні добрива*.
- Під *лісовою* рослинністю рослинний опад утворює підстилку, участь коренів у гумусоутворенні незначна.
- Під *трав'янистою* рослинністю основним джерелом гумусу є корені



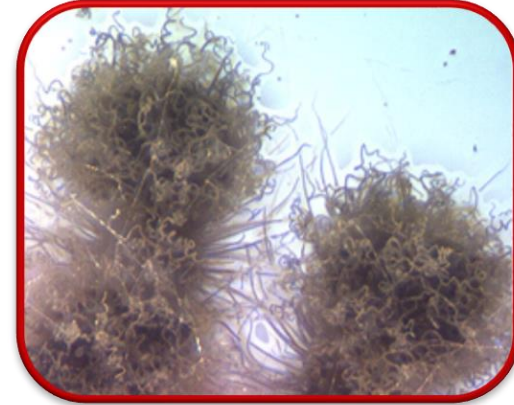
Значна роль у гумусоутворенні належить ґрунтовій фауні. Чотири групи: мікро—, мезо—, макро—, мегафауна (жива фаза)



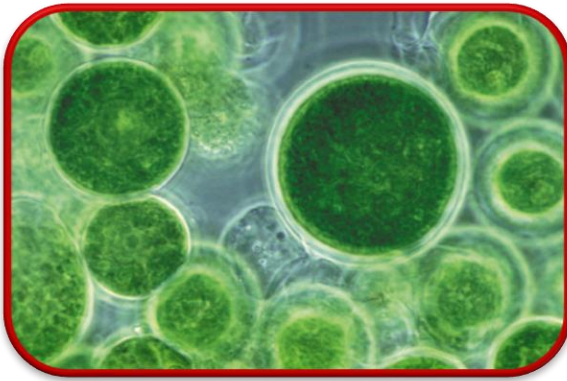
Бактерії



Актиноміцети



Гриби



Водорості

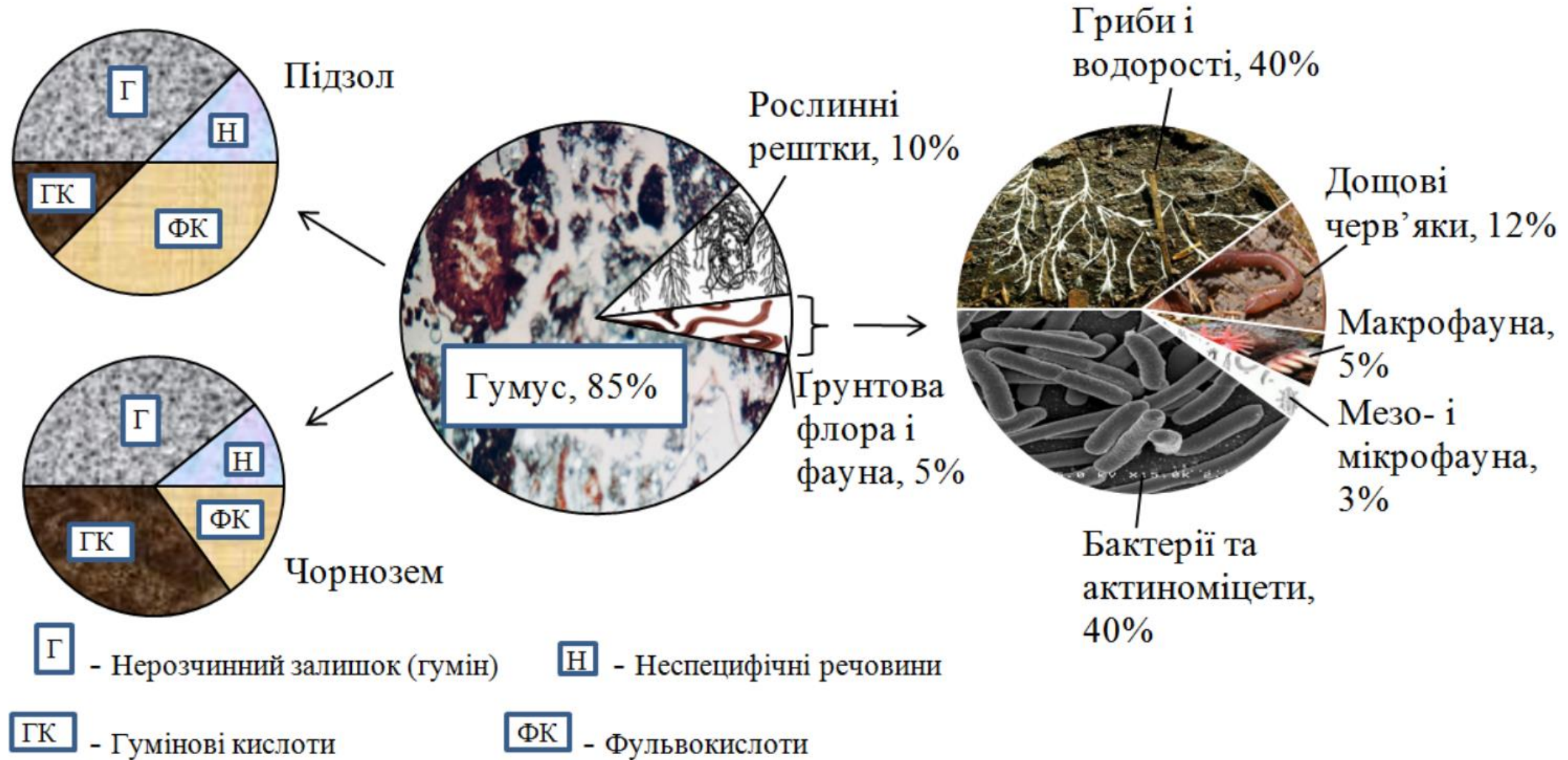


Безхребетні



Хребетні

Середній склад органічної речовини ґрунту

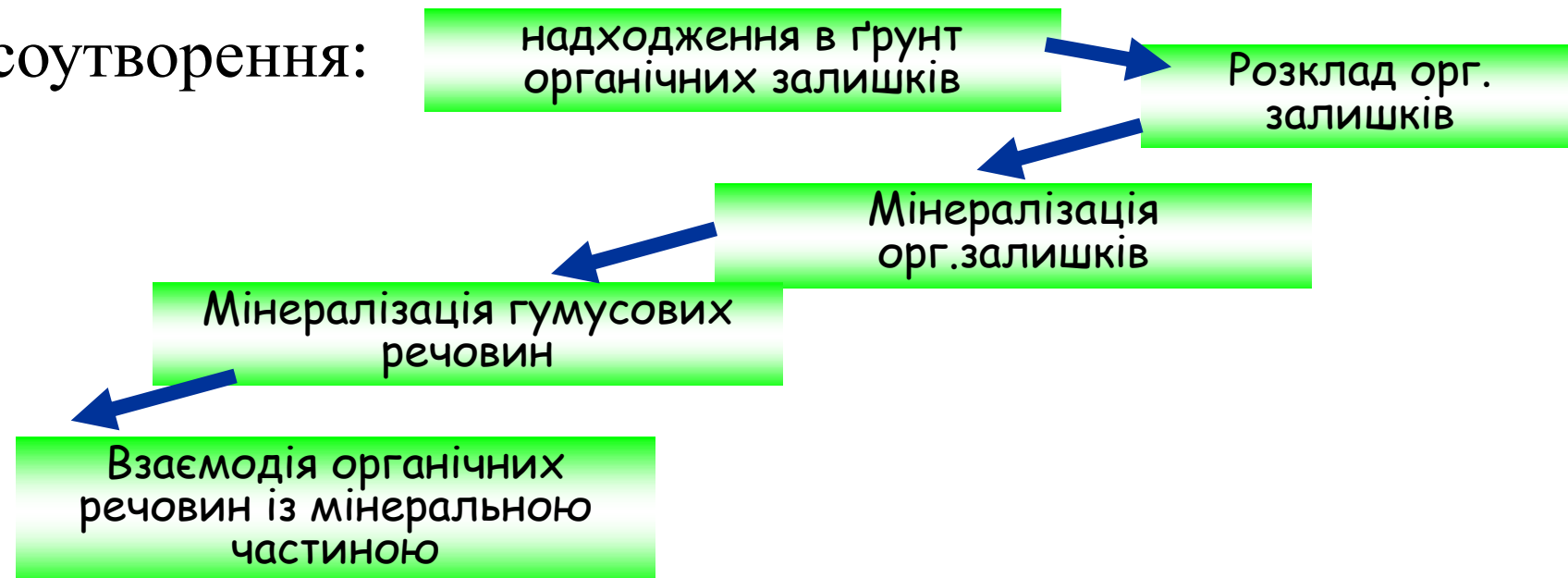


Перетворення органічних речовин в ґрунті та процес гумусоутворення

Сукупність процесів трансформації органічних речовин у ґрунтах – **гумусоутворення**.

Гумус – це гетерогенна динамічна полідисперсна система високомолекулярних азотистих ароматичних сполук кислотної природи.

Схема гумусоутворення:



Склад гумусу

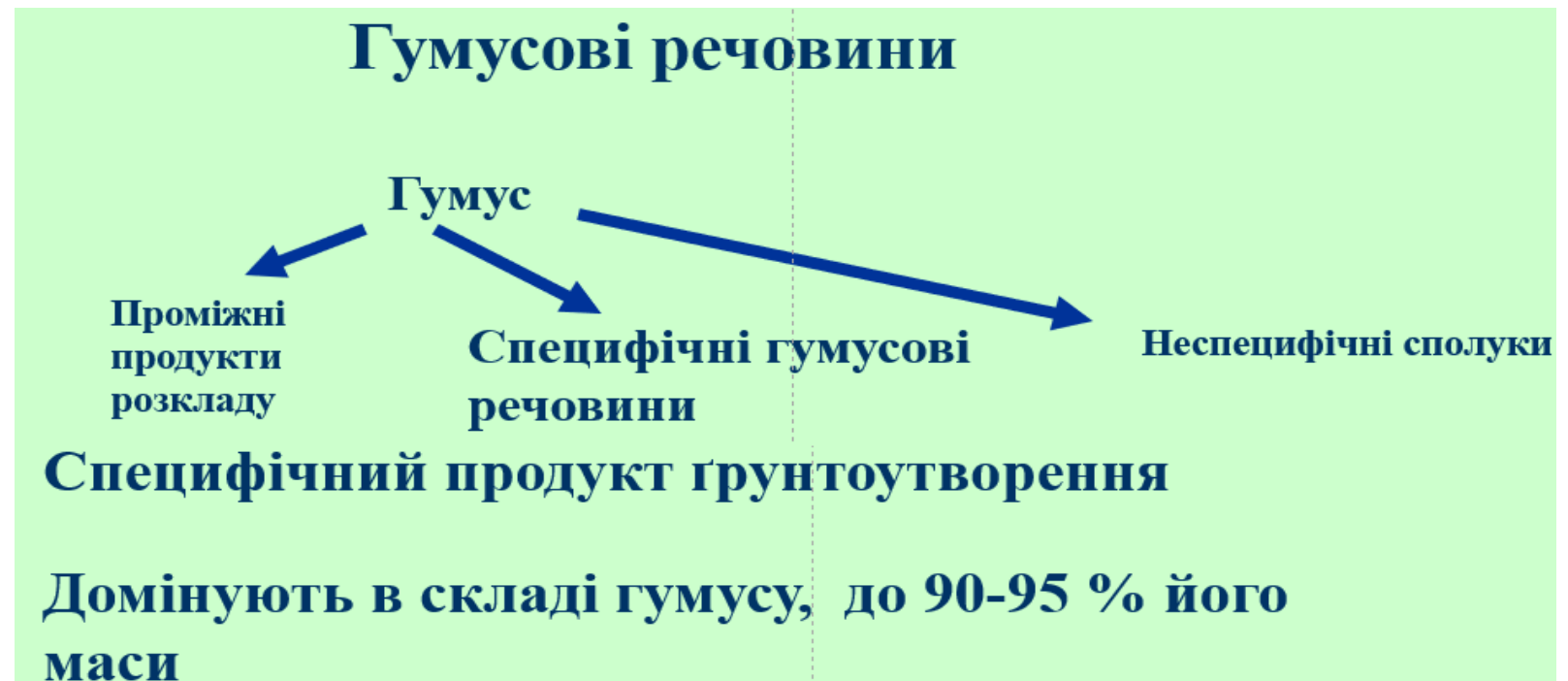


Неспецифічні органічні сполуки – велика група органічних речовин, які надходять у ґрунт із рослинних і тваринних залишків, із виділень коренів, макро- і мікроорганізмів (лігнін, целюлоза, білки, ліпіди, вуглеводи та ін.)

Проміжні продукти розкладу й гуміфікації - група різноманітних і погано вивчених органічних сполук, які ще не є гумусовими речовинами, але й характерні для живих організмів (амінокислоти, моноцукри, сполуки фенольної природи й ін.)

Склад гумусу

- Найважливіші групи речовин в складі гумусу: **гумінові кислоти, фульвокислоти й гумін.**
- Груповий склад гумусу – сумарна кількість **гумінових, фульвокислот та гуміну.**
- Залежно від кількісного співвідношення групи гумінових кислот і групи фульвокислот розрізняють **типи гумусу ґрунту**



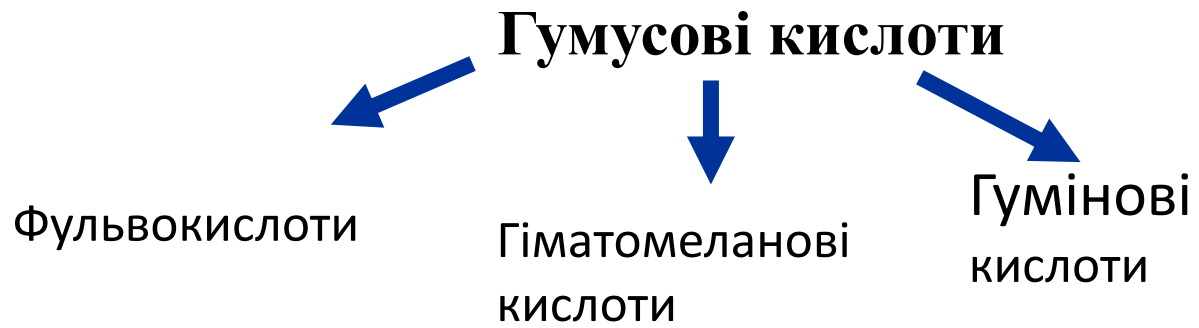
Специфічні гумусові речовини



прогумінові речовини - "молоді" гуміноподібні продукти, схожі на проміжні продукти розпаду, вивчені слабо.

негідролізований залишок (гумін) - частина гумусу, містить гумусові кислоти, міцно пов'язані з мінеральною частиною

гумусові кислоти – особливий клас нітрогеновмісних високомолекулярних органічних сполук циклічної будови й кислотної природи



Гумінові кислоти

темно-бурого або чорного кольору добре розчинні у лугах і нерозчинні у кислотах і воді.

Елементний склад ГК:

C - 52-62 %,

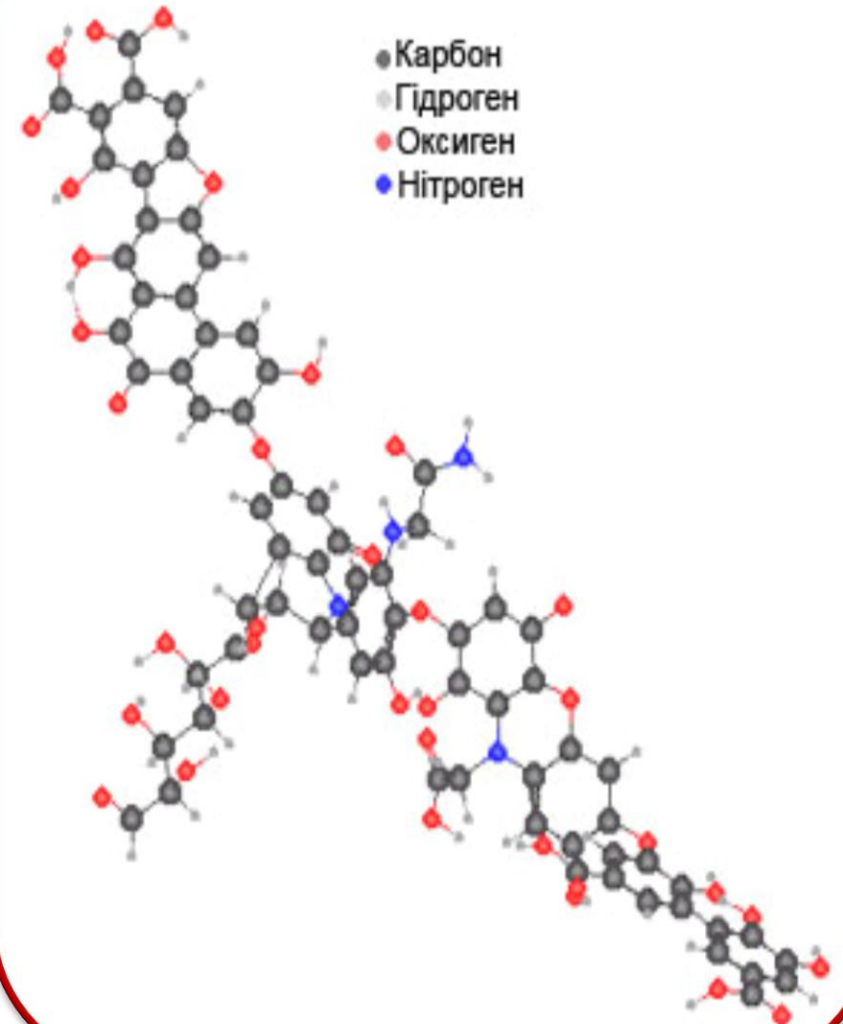
H – 3-6,

N – 2-6,

O – 31-39 %

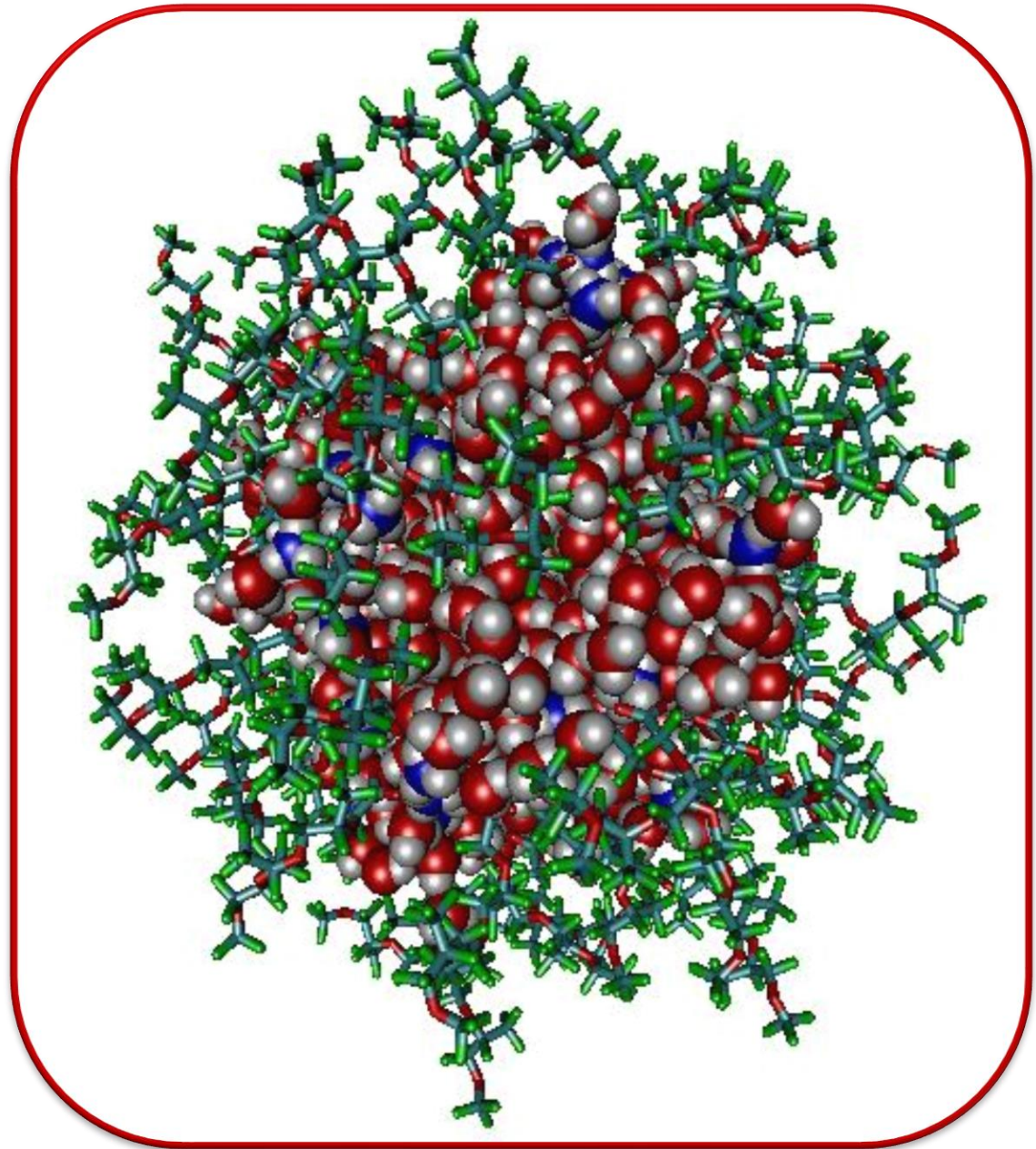
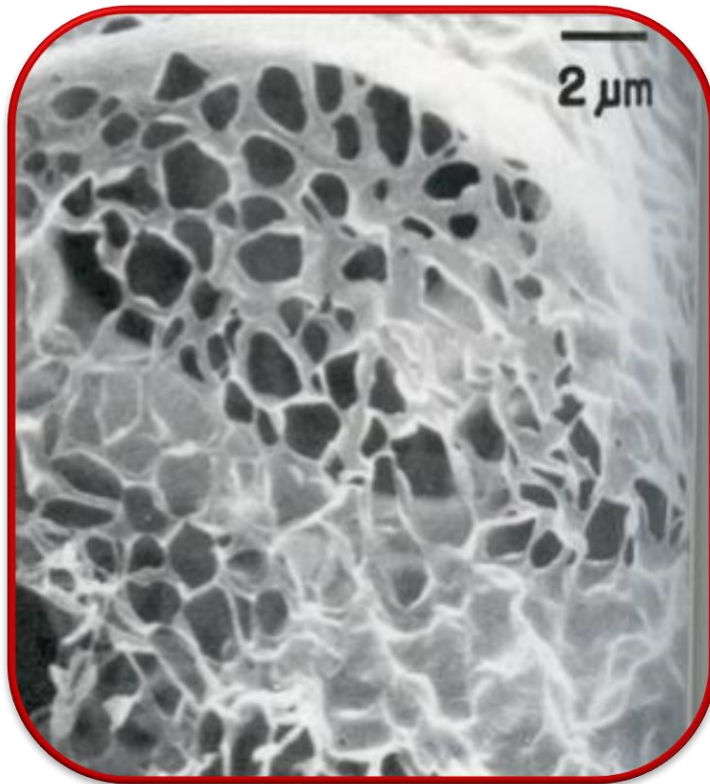
молекулярні маси ГК - від 5000 до 100000

Фрагмент гумінової кислоти



Структура молекули гумінових кислот (ГК)

Виділяють: ядерну й периферійну частини,
а також функціональні групи



Будова ГК

ядро - ароматичні і гетероциклічні сполуки, з'єднаних у пухку сітку.

периферійна частина — ланцюжки бічних радикалів, які складаються з вуглеводних, амінокислотних і вуглеводневих фрагментів

функціональні групи:

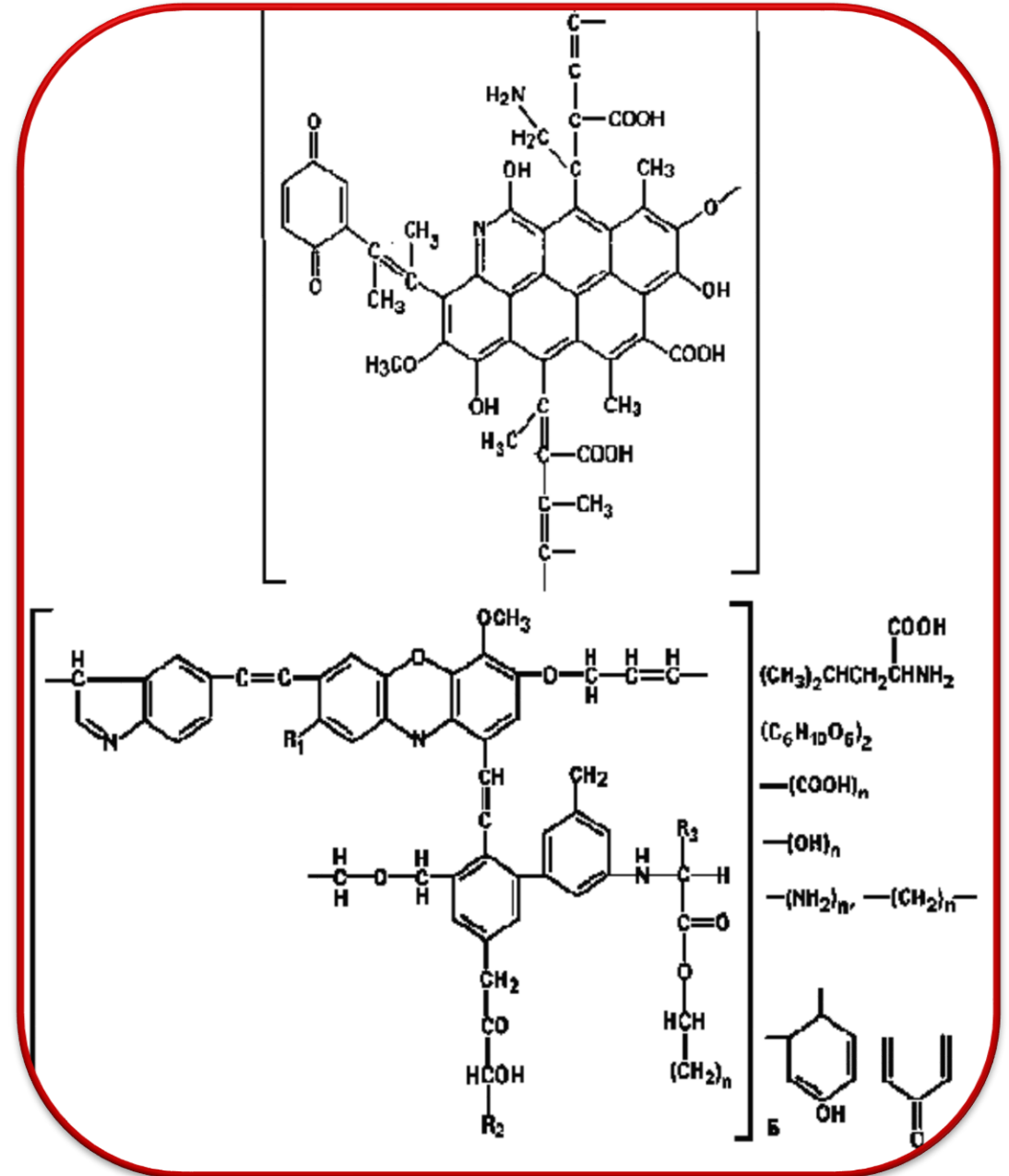
карбоксильні (COOH),

метоксильні (OCH_3),

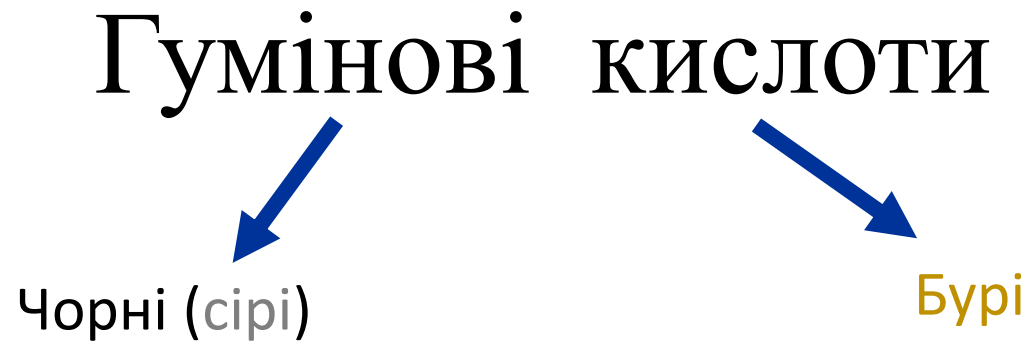
карбонільні (CO),

аміногрупи (NH_2),

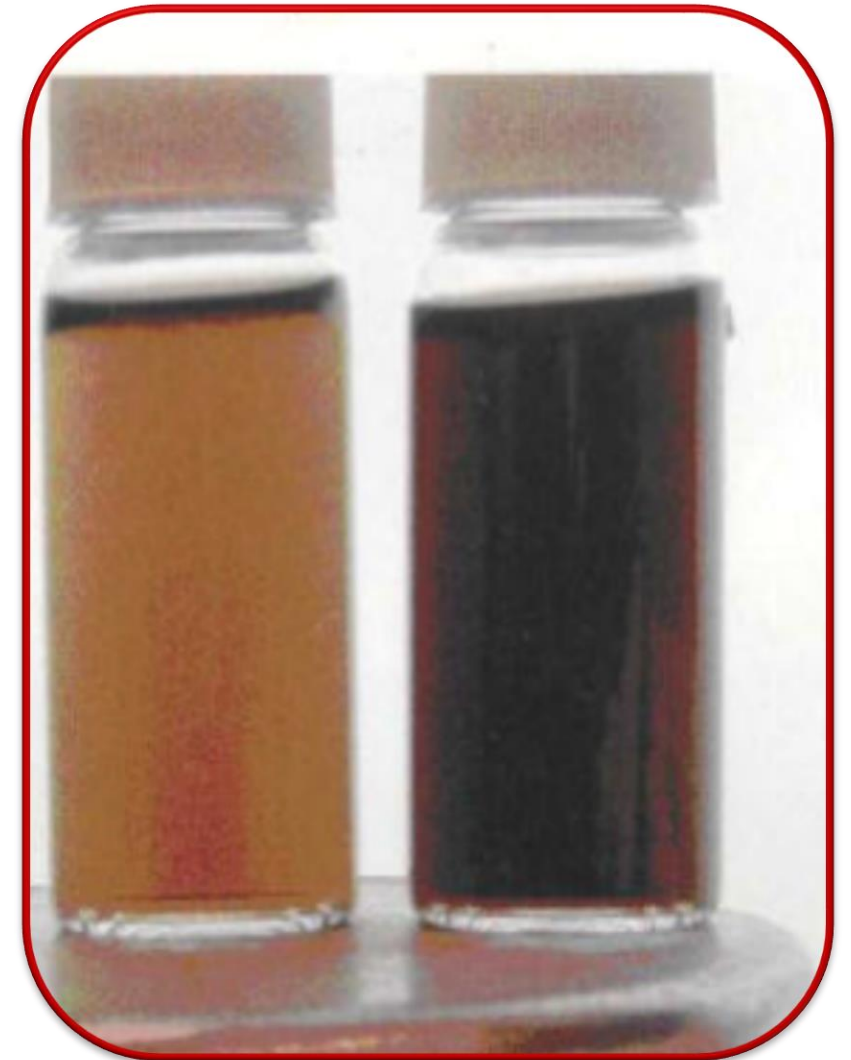
спиртові та фенольні гідроксили (ОН) та ін.



Чорні ГК мають інтенсивно-чорний колір, найменшу полідисперсність серед гумусових кислот, домінують у складі гумусу ґрунтів лісостепової, степової та сухостепової зон, стійкі до мікробної деструкції



Бурі гумінові кислоти
бурий колір характерні для ґрунтів, які сформулися під лісовою рослинністю в умовах вологого клімату



Фульвокислоти

- від солом'яно-жовтого до оранжево-вишневого
- добре розчинні в кислотах, лугах і органічних розчинниках
- розчиняються у воді
- дуже кислі
- з одно- і двовалентними катіонами ФК утворюють водорозчинні солі
- вищий уміст кисню й менший карбону (С – 36-45, Н – 3-6, N – 2-6, О – 40-50 %)
- містять невелику кількість зольних елементів
- розвиненіша периферійна частиною молекули - біля 65-80 %

Гіматомеланові кислоти

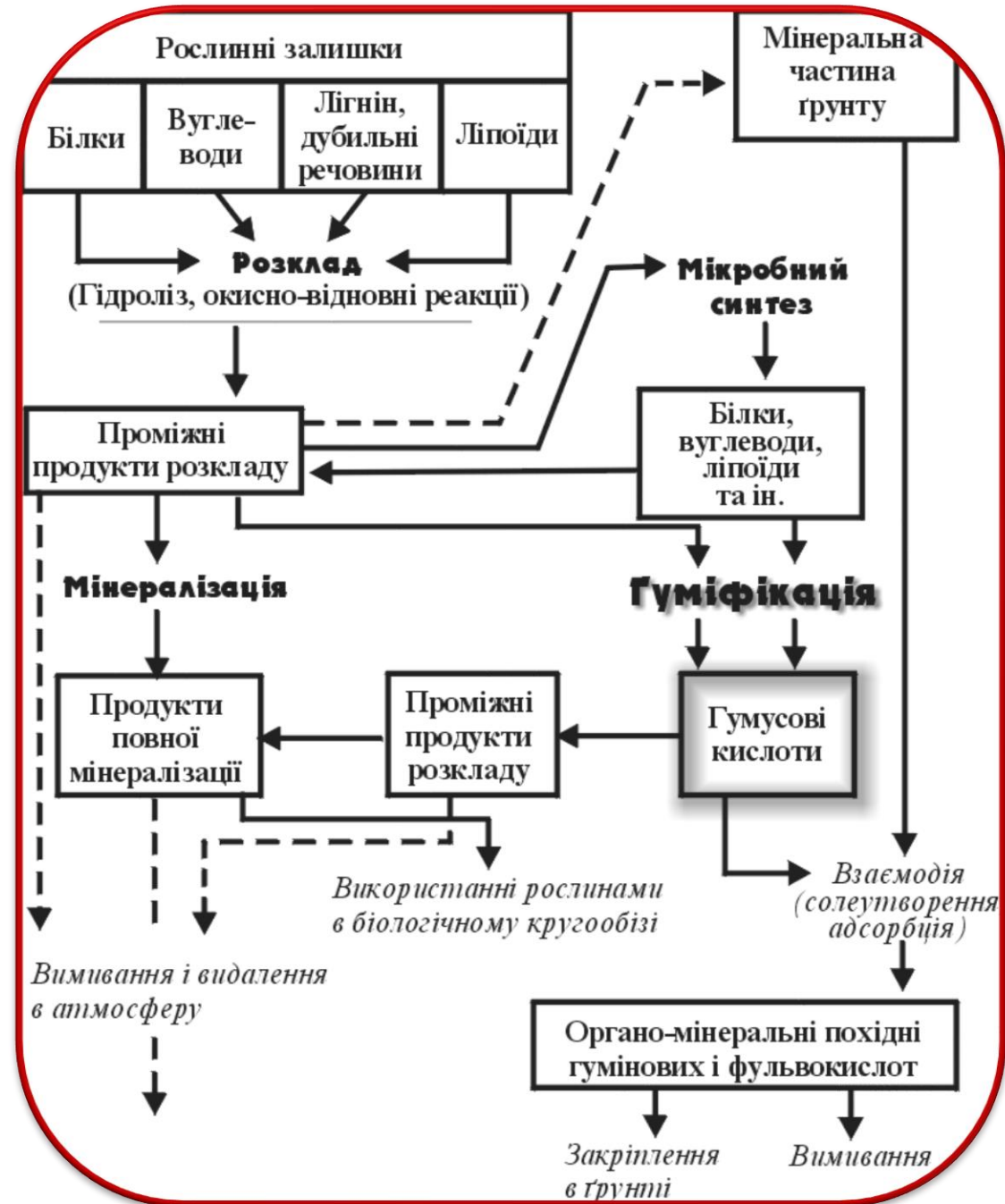
- найменш вивчена група гумусових кислот
- займають проміжне становище між гуміновими й фульвокислотами



Середній елементний склад гумінових кислот (за Д.С.Орловим, 1992)

Грунт, з якого вилучено ГК	Вміст, ат. %				Атомні відношення		
	С	Н	О	N	Н:С	О:С	С:N
Торф'яно-болотні ґрунти, торф'яники	40,2	41,0	16,8	2,0	1,02	0,42	20,1
Заплавні, лучні	41,1	36,4	20,2	2,3	0,89	0,49	17,9
Темнозабарвлені ґрунти, рендзини	37,4	41,5	19,8	2,2	1,11	0,53	17,0
Дерново-підзолисті, підзоли	37,5	39,8	20,3	2,4	1,06	0,54	15,6
Бурі лісові ґрунти, буроземи	37,4	42,2	17,9	2,5	1,13	0,48	14,9
Сірі лісові ґрунти	38,1	40,3	19,2	2,4	1,06	0,50	15,0
Чорноземи	42,5	35,2	19,9	2,4	0,83	0,47	17,7
Каштанові ґрунти	37,7	36,4	19,9	3,2	0,90	0,49	12,7
Солонці, солоді	49,0	40,1	18,1	2,8	1,03	0,46	13,9
Червоноземи	42,1	33,4	21,8	2,7	0,79	0,52	15,6
Гірсько-лучні	42,7	32,0	22,3	3,0	0,75	0,52	14,2

Схема процесу гумусо-утворення в ґрунті (Л.М. Александрова)



Перший етап – розклад органічної речовини за допомогою ґрунтової фауни, флори, мік-роорганізмів

Перша фаза розкладу органічних залишків – їх фізичне руйнування, подрібнення.



Друга фаза – **гідроліз органічних речовин:**

- білки, наприклад, розщеплюються на пептиди, а потім – на амінокислоти;
- вуглеводи, такі як целюлоза, крохмаль – на моноцукри;
- уронові кислоти, жири – на гліцерин і жирні кислоти;
- лігнін, смоли, дубильні речовини – на ароматичні сполуки.

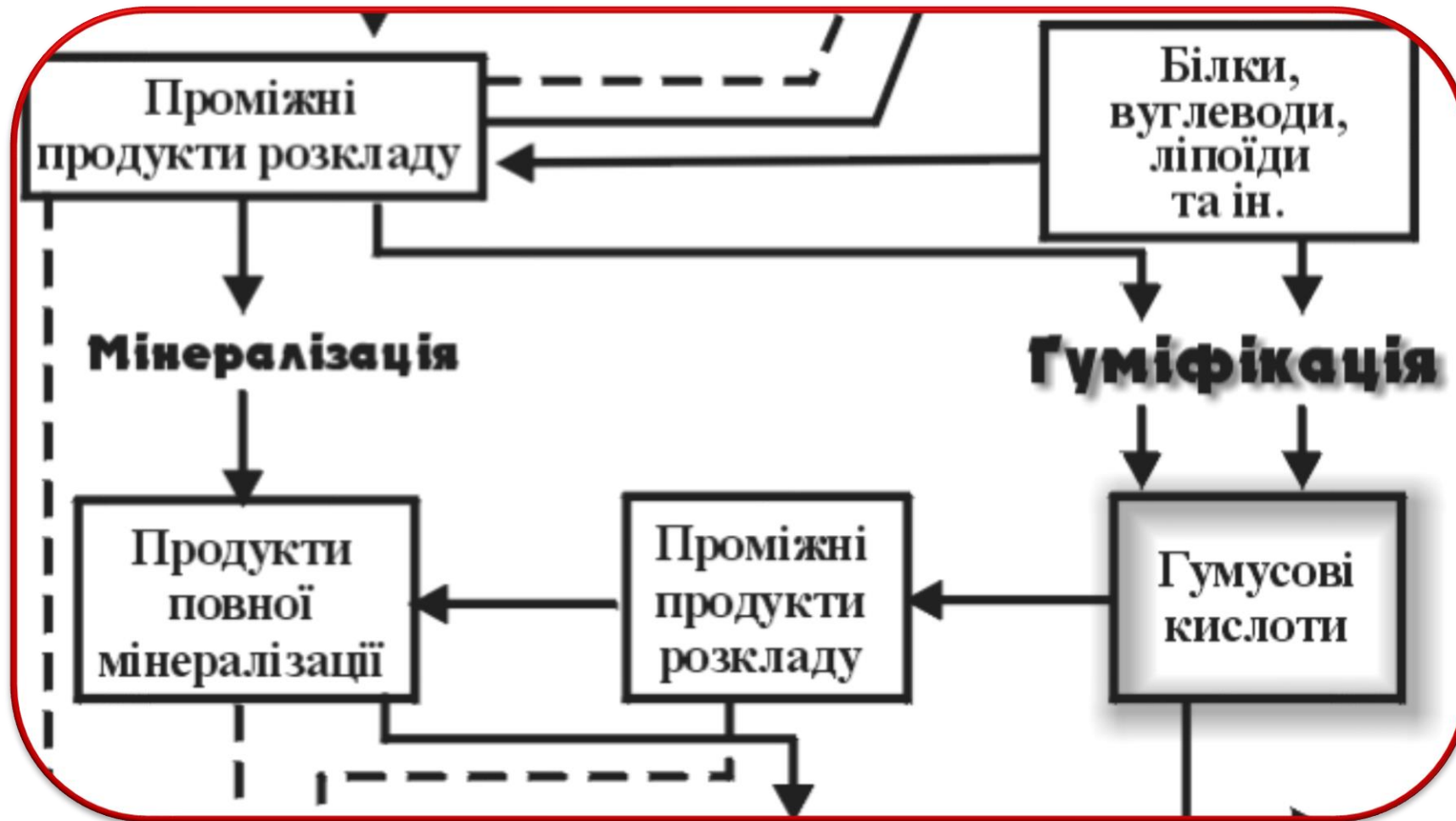


Третя фаза – **мінералізація**, розпад органічних залишків до кінцевих продуктів: води, диоксида карбону й простих солей. Відбувається за рахунок окисно-відновних реакцій

В аеробних умовах - окиснення,
в анаеробних – відновлення.

В кінцевому вигляді амінокислоти мінералізуються до CO_2 , H_2O , оксиди нітрогену в аеробних умовах, у вуглеводи – в анаеробних

Поряд із процесами розпаду органічних залишків і редукції складних органічних молекул у ґрунті протікає *процес синтезу гумусових речовин - гуміфікація*.



Гіпотеза біохімічного окиснення

За Л.М. Александровою, *гуміфікація – складний біофізико-хімічний процес трансформації проміжних високомолекулярних продуктів розкладу органічних залишків у особливий клас органічних сполук – гумусові кислоти.*

Гуміфікація – тривалий процес, що складається із трьох етапів:

- новоутворення гумусових кислот (процесу окисного кислотоутворення піддаються не мономери, а високомолекулярні продукти розкладу)
- їх подальша гуміфікація та консервація;
- поступове повільне руйнування гумусових кислот.

Вплив різних чинників

Умови зволоження:

надлишкове зволоження гальмує процеси розкладання різко виражені *аеробні* умови сприяють мінералізації рослинних залишків і гумусових речовин

оптимально для гуміфікації та закріплення в ґрунті гумусових речовин *чергування оптимальних умов зволоження з нестачею вологи.*

Реакція середовища й окисно-відновні умови у ґрунтах із кислою та лужною реакцією, новоутворення гумусу речовин гальмується

Наявність іонів кальцію нестача Са, який нейтралізує надлишкову кислотність, знижує швидкість процесів гумусоутворення

Інтенсивність мікробіологічної діяльності найінтенсивніше гуміфікація протікає при середній біохімічній активності (наприклад, у чорноземах)

Гранулометричний й мінералогічний склад ґрунту оптимально - у суглинкових і глинистих ґрунтах.

Органо-мінеральні сполуки в ґрунті

Завдяки функціональним групам, органічні речовини активно реагують із мінеральною частиною ґрунту з утворенням різних **органомінеральних сполук (ОМС)**.

Прості гетерополярні солі

Комплексно-гетерополярні солі (хелати)

Адсорбційні комплекси

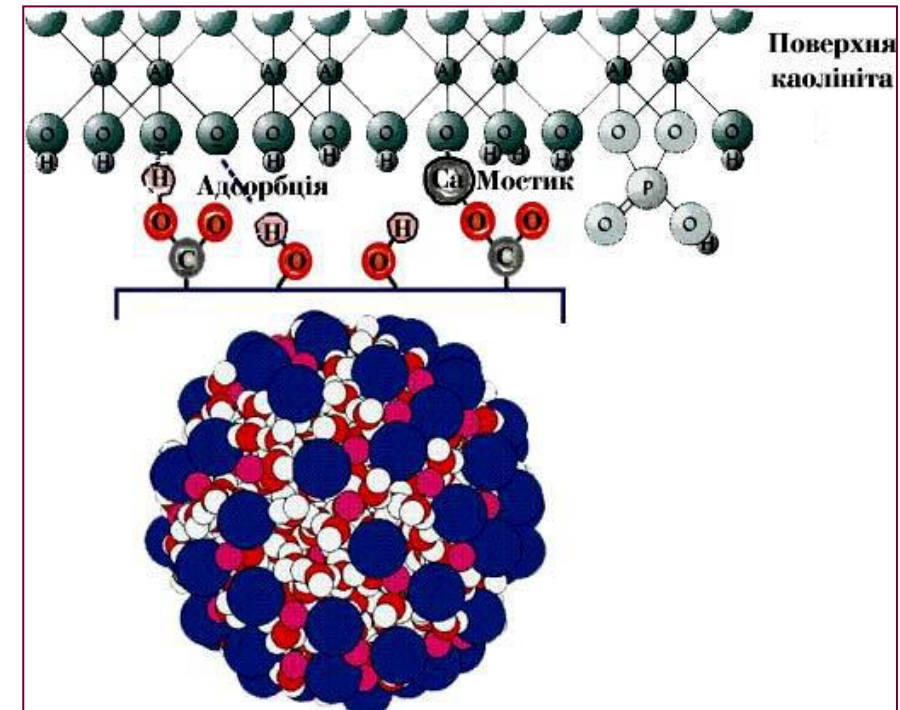
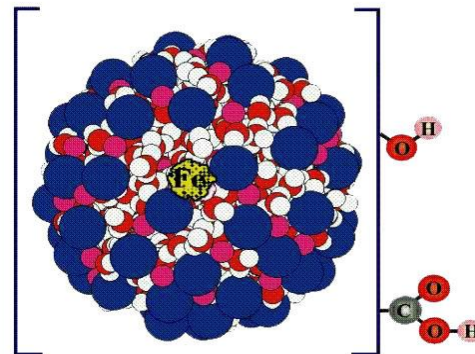
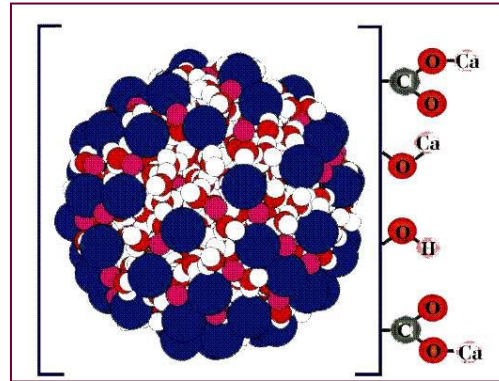


СХЕМА БУДОВИ МІЦЕЛИ ГРУНТОВИХ КОЛОЇДІВ

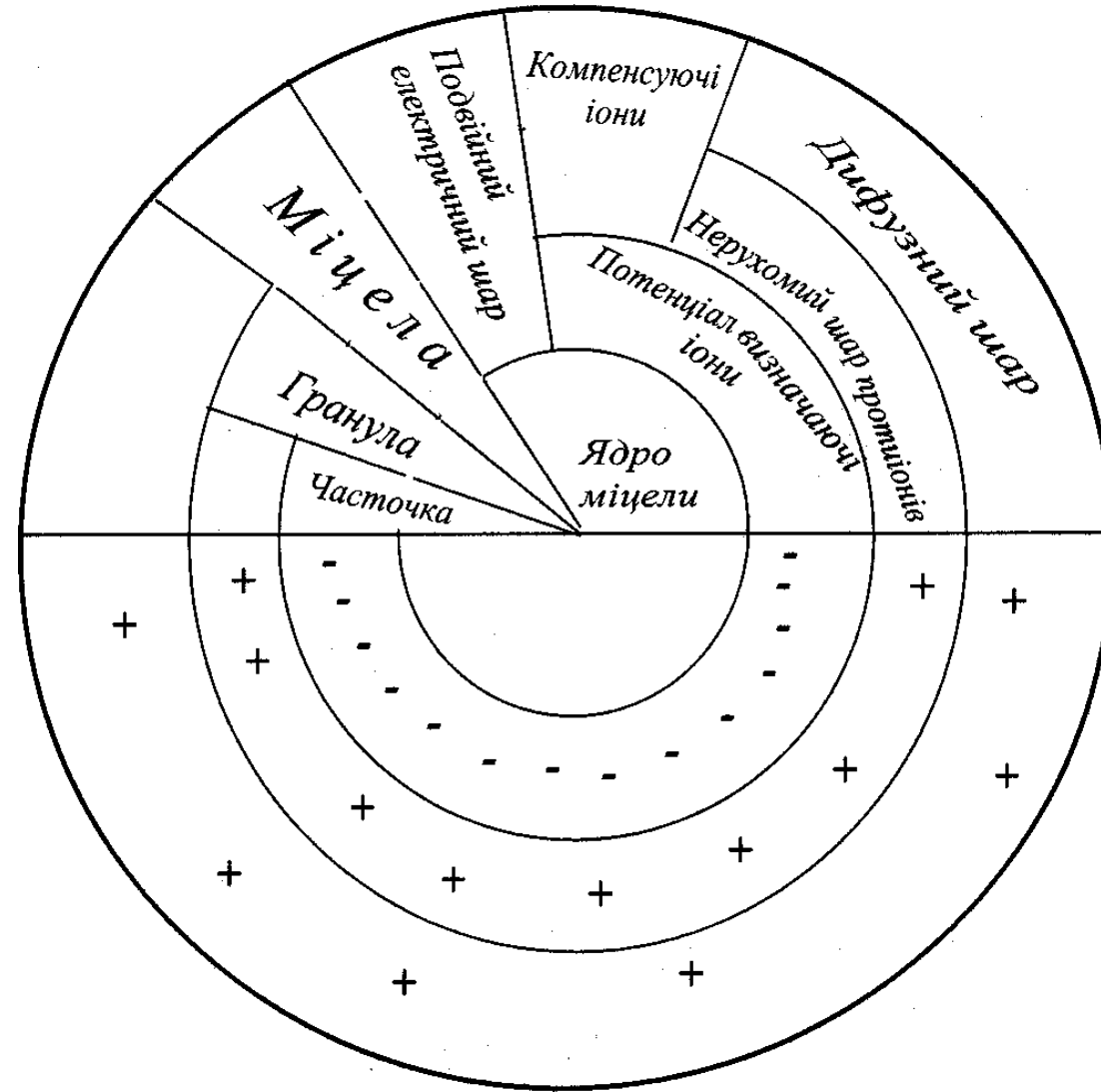
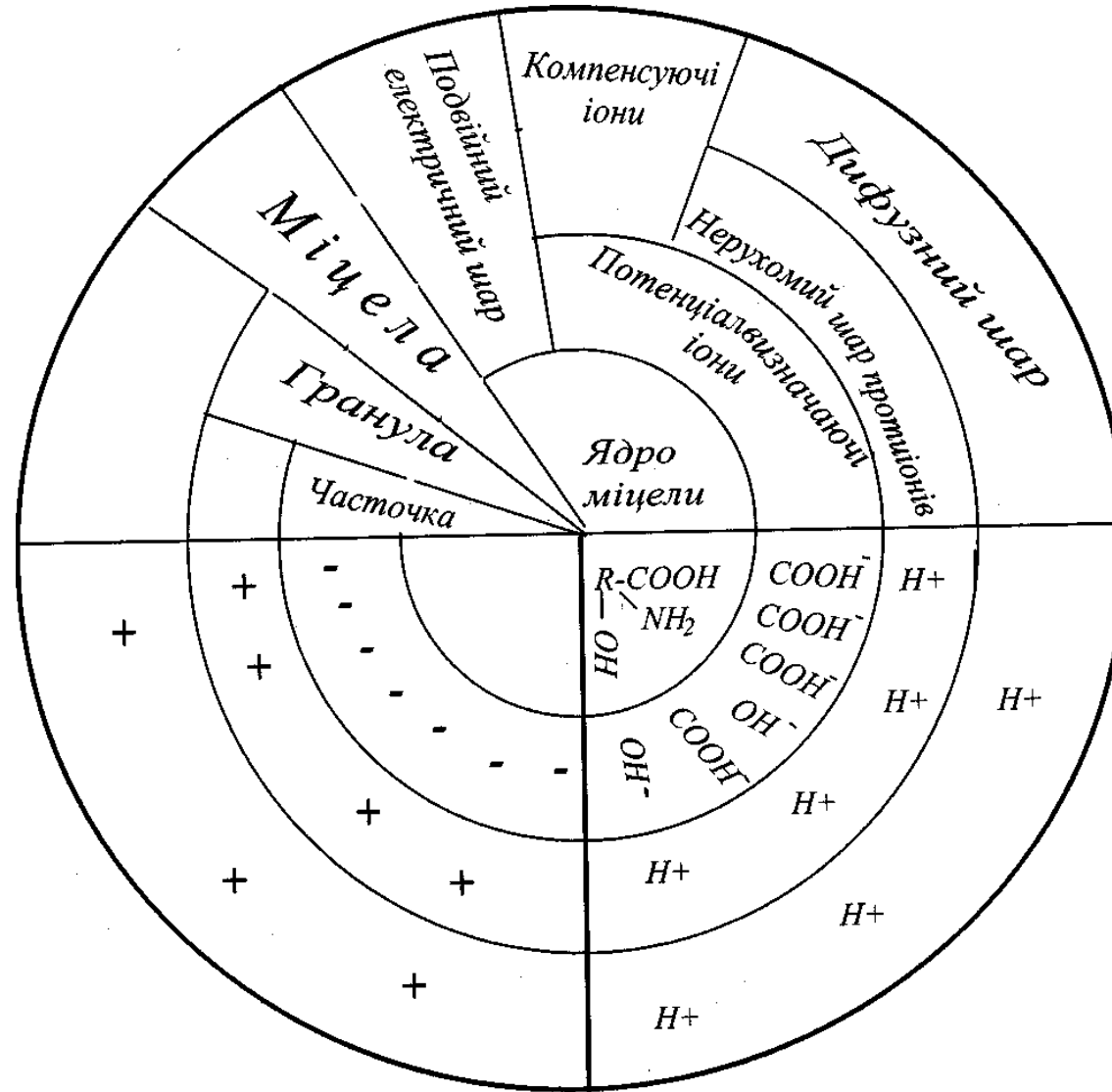


СХЕМА БУДОВИ МІЦЕЛИ ГУМУСУ



Розглянуті питання властивостей і значення гумусу

Теорія біоколоїднохімічного процесу гуміфікації (О.Н. Соколовський 1919 рік)

Колоїдні властивості гумусу

Сучасні уявлення про гумусоутворення (біологічний, хімічний типи процесів, гідрофобна та гідрофільна частини гумусової молекули, утворення гумусової міцели)

Поняття активного і пасивного гумусу та його значення

Органо-мінеральні колоїдні комплекси

Екологічні аспекти ґрунтової органіки

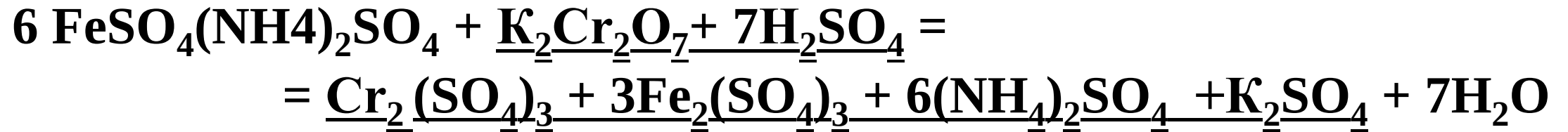
Шляхи покращення гумусового стану ґрунтів

Визначення гумусу за методом Тюріна в модифікації Симакова

- **Хімічна суть процесів.** При нагріванні $K_2Cr_2O_7$ з H_2SO_4 в присутності гумусу ґрунту, проходить реакція окислення гумусу до CO_2 :



При титруванні сіллю Мора надлишку $K_2Cr_2O_7$, який не пішов на окислення гумусу проходить реакція:



Індикатор зміни рН середовища:

Кисле середовище - Фенілантранілова кислота – Нейтральні солі

Оцінка отриманого значення гумусу, %

Група	Уміст гумусу	Показник, %
1	дуже низький	менше ніж 1,1
2	низький	1,1 – 2,0
3	середній	2,1 – 3,0
4	підвищений	3,1 – 4,0
5	високий	4,1 – 5,0
6	дуже високий	більше ніж 5,0

Завдання: оцінити результат з лабораторної роботи і запропонувати заходи

Застосування результатів аналізу в ідентифікації типів ґрунтів (за еколого-генетичним статусом - Полупан М.М.)

Тип ґрунту	ГТК	КПНГ		КВАГ		Зона поширення
		базовий	діапазон для перехідних, (+/-)	базовий	діапазон для перехідних, (+/-)	
Дерново-підзолистий	1,1 – 1,3	0,030	0,010	0,82	0,27	Полісся
Дерновий опідзолений	1,3 – 1,5	0,053	0,015	1,48	0,52	
Дерновий глейовий	1,1 – 1,5	0,095	0,015	2,50	0,50	
Ясно сірий	1,5 -1,8	0,027	0,004	0,61	0,04	Лісостеп
Сірий лісовий		0,035	0,005	0,67	0,06	
Темно сірий		0,045	0,005	0,77	0,07	
Чорнозем опідзолений		0,060	0,010	0,88	0,06	
Лучний, лучно-болотний, болотний мінеральний	1,1 -1,8	0,095*	0,020*	2,50*	0,80*	Інтразональні
Антропогенні мінеральні після спрацювання осушених торфовищ		-	-	0,80*	0,08*	

Головні діагностичні показники

КВАГ (коефіцієнт відносної акумуляції гумусу) – критерій інтенсивності гумусонагромадження в зональних ґрунтах, що характеризує підтиповий рівень та ступінь гідроморфності, визначається співвідношенням у 0-30 см шарі між умістом гумусу і 10 % фізичної глини.

КПНГ (коефіцієнт профільного нагромадження гумусу) – критерій визначення типу ґрунту в зональному аспекті, який представляє співвідношення між вмістом гумусу і глини в гуртовому профілі.

Гідротермічний коефіцієнт: $ГТК = r / 0,1 \sum ^\circ t > 10^\circ C$

- де r – кількість опадів за період з середньодобовою температурою вище $10^\circ C$;
- $\sum ^\circ t > 10^\circ C$ – сума активних температур вище $10^\circ C$.

Розрахунок балансу гумусу і доз внесення органічних добрив для забезпечення його відтворення (КПІЗ 4)

Середньорічний баланс гумусу визначають за формулами:

$$B_c = (П_1 + П_2) - P_m. \quad [1]$$

де **B_c**—середньорічний баланс гумусу в ґрунті сівозміни, т/га:

П₁ - сума новоутвореного гумусу під культурою за рахунок рослинних решток, т/га (табл. 2 + табл. 1);

П₂ - збільшення кількості гумусу в ґрунті за рахунок органічних добрив, т/га (табл 1);

P_m - сумарна кількість мінералізованого гумусу під культурою, т/га (таблиця 3).

Поряд з витратами гумусу за рахунок мінералізації великі витрати його відбуваються в процесі ерозії ґрунтів. В такому разі формула розрахунку середньорічного балансу гумусу має вигляд:

$$B_c = (П_1 + П_2) - (P_m + P_e). \quad [2]$$

де, **P_e** – середньорічні втрати гумусу за рахунок ерозії (водної та вітрової) т/га.

Файл в Moodle: Завдання до лабораторних практичних самостійних (закладка Баланс) *приклад*

Номер завдання	ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР В ЖУРНАЛІ												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Культура	люцерна	конюшина з тимофіївкою	тимофіївка	тимофіївка	озима пшениця	озима пшениця	озиме жито	озиме жито	яра пшениця	овес	кукурудза	кукурудза	кукурудза
Вид продукції	сіно	сіно	сіно	сіно	зерно	зерно	зерно	зелена маса	зерно	зерно	зерно	зелена маса	зерно
Врожайність, ц/га	150	110	40	45	30	20	28	310	25	18	70	500	60
Внесено органічних добрив на площу сівозміни, т/га	2,1	3,2	2,3	3,6	5,4	4,2	0,5	6,2	3,1	2,3	6,5	4,3	5,2

Порядок виконання

1. Встановлюємо кількість поверхневих і корневих решток (таблиця 2)

Культури	Рослинні рештки, ц/га	
	Поверхневі (x_p)	Кореневі (x_k)
Озима пшениця, зерно	$x = 0,32 y + 13,5$	$x = 0,71 y + 10,0$
Ячмінь	$x = 0,29 y + 6,8$	$x = 0,54 y + 9,3$
Овес	$x = 0,19 y + 14,8$	$x = 0,42 y + 8,4$

2. Суму $X_p + X_k$ (в т/га) множимо коефіцієнт гуміфікації (K_g) (таблиця 1) і отримуємо **П1**

Культура	Коеф. гуміфікації	Культура	Коеф. гуміфікації
Кукурудза на силос	0,17	Гній (суха речовина)	0,23
Озима пшениця на зерно	0,20	Гній 60 - 70% вологості	0,058

3. В завданні маємо дано, **внесено органічних добрив 4,2 т/га – множимо на Кг** (таб. 1 Гній вологістю 60-70%) – отримуємо **П2**.

4. **Рм - беремо з таблиці 3**

Рахуємо баланс т/га

$$B_c = (P_1 + P_2) - P_m. \quad [1]$$

Таблиця 3 - Середньорічні розміри мінералізації гумусу під окремими культурами (Рм)

Культури	Розміри мінералізації гумусу, т/га	Культури	Розміри мінералізації гумусу, т/га
Озима пшениця	1,35	Соняшник	1,39
Цукрові буряки	1,59	Овочі, баштанні, гарбузові	1,60
Кукурудза на зерно	1,56		
Коренеплідні	1,60		
Кукурудза на силос	1,47	Люцерна, конюшина, еспарцет	0,60

Для врахування втрат гумусу за рахунок ерозії необхідно додаткові дані з агрохімічного паспорту поля

- щільність ґрунту (d) – $1,4 \text{ г/см}^3$ (береться з еколого-агрохімічного паспорту поля);
- вміст гумусу – $1,41\%$ (береться з еколого-агрохімічного паспорту поля);
- втрати ґрунту з вітровою ($A_w = 0,12 \text{ т/га}$ для Полісся) та водною ($A_R = 0,48 \text{ т/га}$) ерозією (береться з Теми 2,3) – **екологи розрахують, агрономи приймають втрати ґрунту 3 т/га ($E=3$)**

Середньорічні втрати гумусу за рахунок ерозії (водної та вітрової) (т/га) визначаються за формулою:

$$P_e = 3 \times d \times E \times h : 100 \quad [5]$$

де, 3 – коефіцієнт перерахунку об'єму ґрунту на 30 см шар на 1 га;

d – щільність ґрунту, г/см^3 ;

E – сума втрат ґрунту за рахунок водної та вітрової ерозії ($A_w + A_R$), т/га;

h – вміст гумусу, %.

Розраховуємо повний баланс гумусу: $B_c = (\Pi_1 + \Pi_2) - (P_m + P_e)$. [2]

де, P_e – середньорічні втрати гумусу за рахунок ерозії (водної та вітрової) т/га.

Розрахунок мінімальної дози органічних добрив для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу

- Якщо B_c додатне – означає що баланс гумусу позитивний.
- Якщо B_c від’ємне – баланс негативний і ґрунт деградує, тому необхідно розрахувати дозу органічних добрив для підтримання рівня гумусу (краще більше «0»).

$$H_m = H_1 + \frac{B_c}{K_{гн}}$$

- де, H_m - мінімальна доза гною для бездефіцитного балансу гумусу, т/га; H_1 - доза гною, яку вносять в сівозміні, т/га; $K_{гн}$ - кількість новоутвореного гумусу із однієї тонни гною, т/га (табл.3)