

Лекція 1

Вступ

Біоорганічна хімія вивчає будову і властивості речовин, які беруть участь у процесах життєдіяльності у безпосередньому зв'язку з пізнанням біологічних функцій.

Об'єктами вивчення біоорганічної хімії є біополімери та біорегулятори. Пептиди та білки, полісахариди, нуклеїнові кислоти належать до біополімерів. До названої групи речовин також входять і ліпіди, які не є високомолекулярними сполуками, проте тісно пов'язані з іншими біополімерами. Вітаміни, гормони, синтетичні біологічно активні речовини, зокрема, лікарські засоби належать до біорегуляторів.

Формування знань закономірностей хімічної поведінки органічних сполук різної природи у зв'язку з їхньою будовою як основа під час вивчення процесів, які відбуваються в живих організмах, є метою курсу біоорганічної хімії для студентів медичних ВНЗ.

Таким чином, основним компонентом змісту курсу біоорганічної хімії є формули органічних сполук різних класів, рівняння хімічних реакцій, які характеризують їх типові властивості, зумовлені наявністю певної функціональної групи або груп.

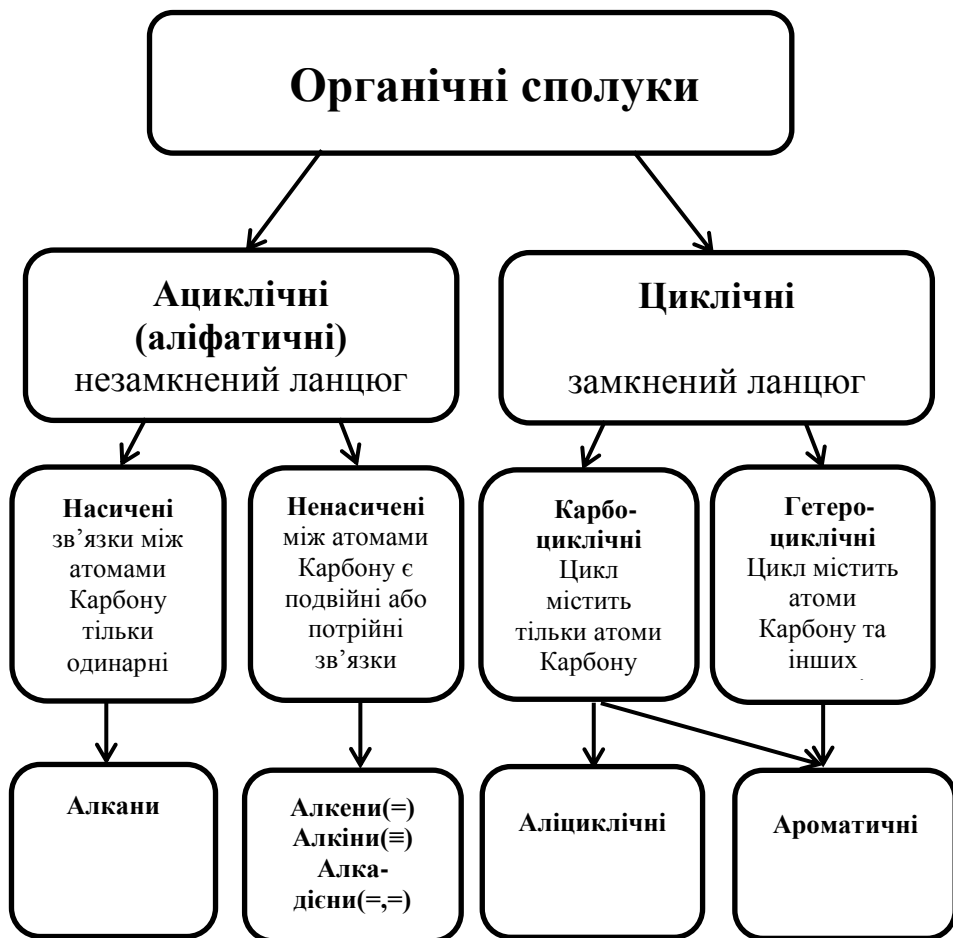
Процес свідомого вивчення складного формульного матеріалу потребує розуміння основ класифікації та номенклатури органічних сполук та формування таких вмінь як: виявлення найпростіших компонентів біомолекул та зв'язків, якими вони сполучені; визначення їх функціональних груп; складання рівнянь типових реакцій тощо.

З огляду на вищезазначене **важливого значення для успішного вивчення курсу набувають знання основ класифікації та номенклатури органічних сполук.**

Класифікація органічних сполук

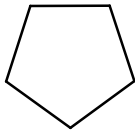
Органічні сполуки - це вуглеводні (містять тільки атоми С та Н) та їх похідні (крім атомів С та Н містять атоми інших елементів, наприклад О, N тощо). Органічні сполуки прийнято класифікувати в залежності від будови карбонового ланцюгу (карбонового скелету, вуглецевого скелету):

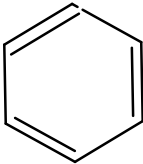
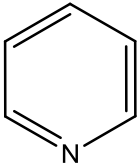
Класифікація органічних сполук за будовою карбонового ланцюгу



Розглянемо приклади органічних сполук, які за будовою карбонового ланцюгу належать до різних класів.

Приклади органічних сполук різних класів за будовою карбонового ланцюгу

Назва класу	Приклад сполуки
Алкани- вуглеводні аліфатичного ряду, в молекулах яких усі зв'язки насичені. Мають загальну формулу C_nH_{2n+2}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$
Алкени- вуглеводні аліфатичного ряду, в молекулах яких міститься один подвійний зв'язок. Мають загальну формулу C_nH_{2n}	$CH_3 - CH = CH - CH_3$
Алкіни- вуглеводні аліфатичного ряду, в молекулах яких міститься один потрійний зв'язок. Мають загальну формулу C_nH_{2n-2}	$CH_3 - C \equiv C - CH_3$
Алкадієни- вуглеводні аліфатичного ряду, в молекулах яких містяться два подвійні зв'язки. Мають загальну формулу C_nH_{2n-2}	$CH_2 = CH - CH = CH_2$
Аліциклічні сполуки — органічні сполуки, молекули яких містять замкнені кільця з атомів Карбону, що є частково або повністю насиченими.	

<p>Ароматичні сполуки — в загальному випадку — сполуки, які складені планарними циклічними системами, в яких всі атоми циклу беруть участь у створенні єдиної системи.</p>	
<p>Гетероциклічні сполуки — органічні сполуки, циклічної будови з одним або декількома гетеро атомами. Найчастіше в гетеро атоми представлені N, O,S.</p>	

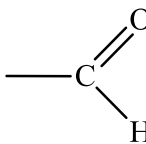
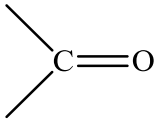
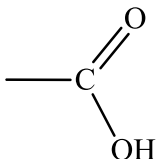
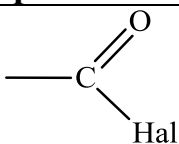
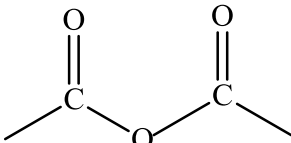
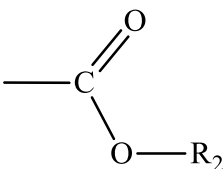
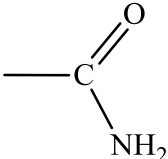
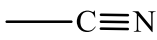
Також органічні сполуки класифікують за функціональними групами.

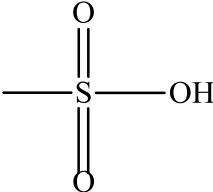
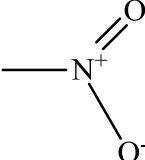
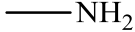
Характеристична (функціональна) група – це атом або група атомів, що зумовлюють характерні властивості органічних сполук та їх належність до певного класу.

Розглянемо основні класи органічних сполук згідно з цією класифікацією.

Таблиця 1 - Класи і характеристичні групи органічних сполук

Назва класу	Загальна формула	Характеристична група та її назва
Галогеноалкани	$R-Hal$ ($R=Alk$)	– F, – Cl, – Br, – I
Галогеноарени	$R-Hal$ ($R=Ar$)**	Галогено- (флуоро-, хлоро-, бромо-, йодо-)
Спирти	$R-OH$	– OH (гідроксильна,
Феноли	$Ar-OH$	гідроксо-)
Етери	R_1-O-R_2	– O – R_2

Альдегіди	$R-CHO$	 (альдегідна)
Кетони	R_1-CO-R_2	 (карбонільна)
Карбонові кислоти	$R-COOH$	 (карбоксильна)
Галогеноангіриди карбонових кислот	$R-CO-Hal$	
Ангідриди карбонових кислот	$R-CO-O-R_2$	
Естери карбонових кислот	$R-COOR_2$	
Аміди карбонових кислот	$R-CONH_2$	 (амідна)
Нітрили	$R-CN$	 (нітрильна)

Сульфонові кислоти	$R-SO_2OH$	 (сульфо-)
Нітроалкани	$R-NO_2$ ($R=Alk$)	 (нітро-)
Нітроарени	$R-NO_2$ ($R=Ar$)	
Аміни	$R-NH_2$ ($R=Alk$)	 (аміно-)
	$R-NH_2$ ($R=Ar$)	

* Alk – алкільна група, залишок (структурний фрагмент) молекули алкану.

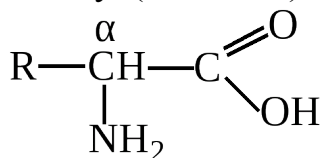
** Ar – арильна група, залишок молекули ароматичного вуглеводню.

Розглянемо також декілька важливих термінів стосовно класифікації органічних сполук.

Монофункціональна сполука - сполука, яка містить тільки одну функціональну групу (приклади таких сполук наведено в табл.1).

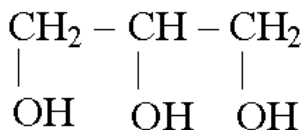
Гетерофункціональна сполука – сполука, яка містить дві і більше різних функціональних груп. Прикладами таких сполук є амінокислоти, оскільки вони

містять карбоксильну (-COOH) та аміногрупу (-NH₂) у



своєму складі.

Поліфункціональна сполука – сполука, яка містить дві і більше однакових функціональних груп. Прикладом такої сполуки є багатоатомний спирт гліцерол (гліцерин) у складі якого міститься три однакових гідроксильних (-OH)



групи.

Також важливим є питання номенклатури органічних сполук. Номенклатура – це сукупність правил згідно яких складається назва сполуки за формулою або формула сполуки за назвою. В нашій дисципліні йдеться про формули органічних сполук.

Номенклатура органічних сполук

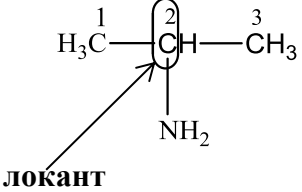
Для утворення органічних сполук здебільшого використовують **традиційну (тривіальну, історичну), радикально-функціональну, раціональну, систематичну (міжнародну, IUPAC)** номенклатури. У сучасній науковій літературі перевагу віддають номенклатурі **IUPAC**, проте традиційно для органічних сполук, які відіграють важливу роль в процесах життєдіяльності організму людини найчастіше вживають тривіальні назви. Наприклад, гліцерин, а не пропан-1,2,3-тріол; глюкоза, а не 1,2,3,4,5-пентагідроксогоксаналь.

При складанні назв органічних сполук за рекомендаціями **IUPAC** необхідно розуміти фундаментальні номенклатурні поняття, а саме:

родоначальна структура, характеристична (функціональна) група, замісник, локант (табл.2).

Таблиця 2 - Основні терміни, що використовуються для побудови назв органічних сполук

Назва терміну	Визначення	Приклад
Систематична назва	Назва повністю складена зі спеціально створених або вибраних складів	Пентан
Тривіальна назва	Назва, у якій жоден зі складів не використовується у систематичному сенсі	Сечовина
Родоначальна назва	Частина назви, від якої за певними правилами будується повна назва	«етан» (<i>систематична назва</i>) дає початок назви «етанол»; «бензен» (<i>тривіальна назва</i>) дає початок назви «нітробензен»
Замісник	Атом або група атомів, що заміщують у вихідній сполуці атоми Гідрогену	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2 \\ \\ \text{Cl} \end{array}$ <p style="text-align: center;">↑ замісник</p>
Старша (головна) група	Характеристична група, назва якої позначається, як правило, суфіксом	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$ <p style="text-align: center;">↑ ↑ замісник старша група</p>
Множинні префікси	Застосовуються для позначення числа однакових замісників або кратних зв'язків	ди-, три-, тетра-, пента-

Локант	Цифра або буква, яка вказує положення замісника	
---------------	---	--

Також розглянемо основні **Правила складання назв органічних сполук за систематичною номенклатурою**

1. Визначають старшу характеристичну групу, враховуючи відносно старшинство характеристичних груп (табл.4).
2. Визначають родоначальну структуру (в ациклічних сполуках-головний карбоновий ланцюг, в карбо- або гетероциклічних сполуках – основну циклічну структуру).

Головний карбоновий ланцюг в ациклічних сполуках визначають за такими ознаками:

- максимальна кількість характеристичних груп, позначених суфіксами і префіксами;
- максимальна кількість кратних зв'язків;
- максимальна довжина ланцюга;
- максимальна кількість замісників, позначених лише префіксами.

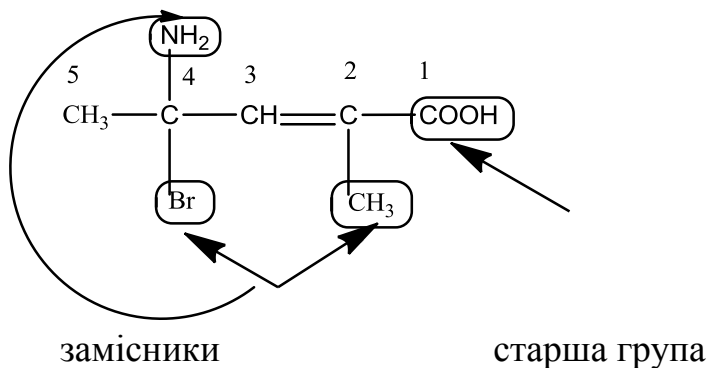
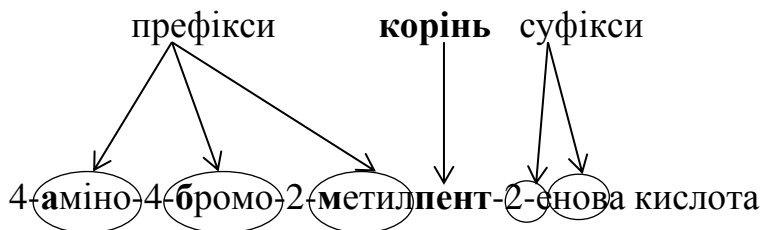
Кожний наступний критерій використовують у тому випадку,, коли попередній не призводить до однозначного вибору.

3. Атоми Карбону родоначальної структури нумерують за **принципом найменших локантів**: положення старшої характеристичної групи, кратного зв'язку і замісників позначають найменшими локаутами (сума локантів повинна бути мінімальною).
4. Називають родоначальну структуру, суфіксом позначають старшу характеристичну групу. Ступінь

насиченості, ненасиченості) родоначальної структури відображають у її назві за допомогою суфіксів: -ан у випадку насиченого карбонового ланцюгу або циклу, -ен(-єн) за наявності подвійного зв'язку та -ин(-ін, -їн) за наявності потрійного зв'язку. Локанти старшої характеристичної групи і кратних зв'язків у назві наводять перед відповідними суфіксами.

5. Усі інші замісники перелічують в алфавітному порядку, позначивши їх у префіксі.





Таблиця 3 – Назви алканів – насичених аліфатичних вуглеводнів нормальної (нерозгалуженої) будови відповідно до номенклатури IUPAC.

<i>Склад</i>	<i>Структурна формула алкану нормальної будови</i>	<i>Назва алкану з нерозгалуженим ланцюгом</i>
CH_4	CH_4	Метан
C_2H_6	$\text{CH}_3\text{—CH}_3$	Етан
C_3H_8	$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—CH}_3$	Пропан
C_4H_{10}	$\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_2\text{—CH}_3$	Бутан
C_5H_{12}	$\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_3\text{—CH}_3$	Пентан
C_6H_{14}	$\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_4\text{—CH}_3$	Гексан
C_7H_{16}	$\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_5\text{—CH}_3$	Гептан
C_8H_{18}	$\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_6\text{—CH}_3$	Октан
C_9H_{20}	$\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_7\text{—CH}_3$	Нонан
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	$\text{CH}_3\text{—(CH}_2\text{)}_8\text{—CH}_3$	Декан

$C_{11}H_{24}$	$CH_3-(CH_2)_9-CH_3$	Ундекан
$C_{12}H_{26}$	$CH_3-(CH_2)_{10}-CH_3$	Додекан
$C_{20}H_{42}$	$CH_3-(CH_2)_{18}-CH_3$	Ейкозан
$C_{30}H_{62}$	$CH_3-(CH_2)_{28}-CH_3$	Триаконтан
$C_{40}H_{82}$	$CH_3-(CH_2)_{38}-CH_3$	Тетраконтан
$C_{100}H_{202}$	$CH_3-(CH_2)_{98}-CH_3$	Гектан

Таблиця 4 - Характеристичні групи і відповідні префікси та суфікси (за зменшенням старшинства)

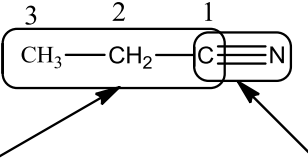
Клас	Формула групи	Префікс	Суфікс
Солі Карбонових кислот	$-(C)-OO^-$ M^+ $-C-OO^+M^+$		(катіон)...оат (катіон)... карбо-ксилат
Карбонові кислоти	$-(C)-OONH$ $-C-OONH$	-карбокси-	-ова кислота -карбонова кислота
Сульфонові кислоти	$-SO_2 - OH$	сульфо-	сульфонова кислота (сульфоокислот а)
Естери Карбонових кислот	$-(C)OOR$ $-COOR$	-(R)- оксикарбоніл-	(R)...оат (R)...карбокси лат
Галогеноангідриди Карбонових кислот	$-(C)O - Hal$ $-CO - Hal$	- галогенокарбо ніл-	-оїлгалогенід - карбонілгалог енід
Аміди Карбонових кислот	$-(C)O - NH_2$ $-CO - NH_2$	-карбамоїл-	-амід -карбоксамід

Нітрили	$-(C) \equiv N$ $-C \equiv N$	ціано-	-нітрил -карбонітрил
Альдегіди	$-(C)HO$ $-CHO$	оксо- форміл-	-аль -карбальдегід
Кетони	$>(C) = O$	оксо-	-ОН
Спирти і феноли	$-OH$	гідрокси-	-ол
Тіоли	$-SH$	сульфаніл-	-тіол
Гідро- перокси	$-O-OH$	гідроперокси-	-
Аміни	$-NH_2$	аміно-	-амін
Етери	$-OR$	(R)-окси-	-
Сульфід	$-SR$	(R)-сульфаніл-	-
Перокси	$-O-O-R$	(R)-перокси-	-

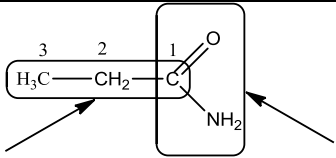
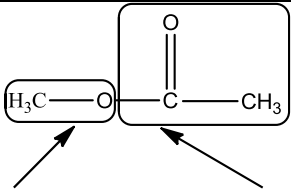
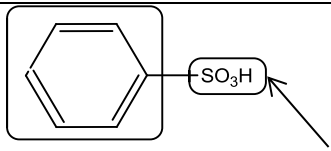
Таблиця 5 - Характеристичні групи, які у систематичній номенклатурі позначають тільки префіксами

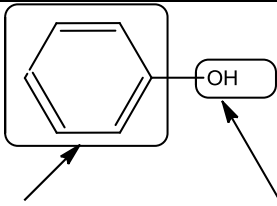
Формула характеристичної групи	Префікс	Формула характеристичної групи	Префікс
$-F$	флуоро-	$-Br$	бromo-
$-Cl$	хлоро-	$-I$	йодо-
$=N_2$	діазо-	$-OR$	(R)-окси, алкокси
$-NO$	нітрозо-	$-OC_6H_5$	фенокси-
$-NO_2$	нітро-	$-SR$	(R)-сульфаніл-, алкіл- сульфаніл

Приклади назв органічних сполук за систематичною номенклатурою

Формула сполуки	Назва
1	2
$\overset{1}{\text{C}}\text{H}_3 - \overset{2}{\text{C}}\text{H}_2 - \overset{3}{\text{C}}\text{H}_3$	пропан
$\overset{1}{\text{C}}\text{H} = \overset{2}{\text{C}}\text{H}_2 - \overset{3}{\text{C}}\text{H}_3$	пропен
$\overset{1}{\text{C}}\text{H} \equiv \overset{2}{\text{C}} - \overset{3}{\text{C}}\text{H}_3$	пропін
$\overset{3}{\text{C}}\text{H}_3 - \overset{2}{\text{C}}\text{H}_2 - \overset{1}{\text{C}}\text{H}_2 - \text{NH}_2$	пропан-1-амін
$\begin{array}{c} \overset{1}{\text{C}}\text{H}_3 - \overset{2}{\text{C}}\text{H} - \overset{3}{\text{C}}\text{H}_3 \\ \\ \text{OH} \end{array}$	пропан-2-ол
$\begin{array}{c} \overset{1}{\text{C}}\text{H}_3 - \overset{2}{\text{C}}\text{H} - \overset{3}{\text{C}}\text{H}_3 \\ \\ \text{SH} \end{array}$	пропан-2-тіол
$\begin{array}{c} \overset{1}{\text{C}}\text{H}_3 - \overset{2}{\text{C}}\text{H} - \overset{3}{\text{C}}\text{H}_3 \\ \\ \text{NO}_2 \end{array}$	2-нітропропан
$\overset{3}{\text{C}}\text{H}_3 - \overset{2}{\text{C}}\text{H}_2 - \overset{1}{\text{C}}\text{H}_2 - \text{Br}$	1-бромпропан
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$	пропанон
$\overset{3}{\text{C}}\text{H}_3 - \overset{2}{\text{C}}\text{H}_2 - \overset{1}{\text{C}}\text{OH}$	пропаналь
$\begin{array}{c} \overset{3}{\text{C}}\text{H}_3 - \overset{2}{\text{C}}\text{H}_2 - \overset{1}{\text{C}} \equiv \text{N} \end{array}$ 	пропанонітрил

родоначальна
старша

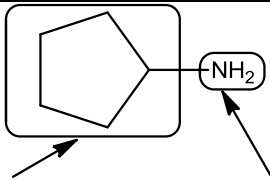
<p>структура характеристична</p> <p>група</p>	
$\overset{3}{\text{CH}_3} - \overset{2}{\text{CH}_2} - \overset{1}{\text{COOH}}$	<p>пропанова кислота</p>
 <p>родоначальна старша структура характеристична</p> <p>група</p>	<p>пропанамід</p>
 <p>залишок залишок спирту карбонової кислоти</p>	<p>метилетаноат</p>
 <p>родоначальна старша структура характеристична</p> <p>група</p>	<p>бензенсульфонова кислота</p>



родоначальна
старша
структура
характеристична

група

фенол



родоначальна
старша
структура
характеристична

група

циклопентанамін