Міністерство освіти і науки України

Львівський національний університет ветеринарної
медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького

Львівський національний університет імені Івана Франка

О.О. Коритко, М.Д. Обушак

Теоретичні основи будови органічних сполук

Львів – 2021

УДК 547

Доцент Коритко О.О., к.б.н., Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького

Професор Обушак М.Д., д.х.н., Львівський національний університет імені Івана Франка

Коритко О.О., Обушак М.Д. Теоретичні основи будови органічних сполук. – Львів, 2021. – 53 с.

Органічна хімія. Розділ 1

Рецензенти:
Лесик Р.Б. – доктор фармацевтичних наук, професор
Львівський національний медичний університет
імені Данила Галицького
Возна О.Є. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Ґжицького

Стисло викладено тему «Теоретичні основи органічної хімії» з курсу органічної хімії. Розглянуто історичний аспект розвитку органічної хімії, електронні уявлення про хімічну будову органічних сполук та взаємозв'язок будови з реакційною здатністю. Значну увагу приділено хімічному зв'язку, взаємному впливу атомів в органічних сполуках, ізомерії, класифікації та номенклатурі органічних сполук. Матеріал, викладений у посібнику, буде корисним студентам, викладачам, аспірантам.

Рекомендовано до друку кафедрою органічної хімії Львівського національного університету імені Івана Франка (протокол № 50 від 15 червня 2021 р.)

ПЕРЕДМОВА

Органічна хімія як фундаментальна природнича дисципліна характеризується бурхливим розвитком і різними науковими відкриттями, є основою всіх знань, які стосуються процесів життєдіяльності організмів (хімія життя). Постійне збільшення кількості органічних сполук і розширення можливостей їх застосування у побуті, для потреб різних галузей промисловості, сільського господарства, медицини, ветеринарії вимагає пошуку нових підходів для кращого оволодіння знаннями майбутніми фахівцями. Невміле чи непрогнозоване застосування органічних сполук може негативно впливати на екологічний стан довкілля, здоров'я людей і тварин. Знання з органічної хімії є ключовими у застосуванні результів науково-технічного прогресу в галузі хімії у різних сферах життя.

За таких умов виникає об'єктивна потреба у підручниках, які допомагають студентам систематизувати та інтегрувати необхідні знання з метою подальшого розширення наукової бази даної галузі знань і пошуку нових підходів до викладання органічної хімії.

Теоретичним фундаментом органічної хімії є чіткі уявлення про електронну будову речовин і принципи, за якими ці речовини взаємодіють між собою. Знання основ теорії робить можливим звести велику кількість хімічних перетворень органічних сполук до кількох типів з однаковими чи подібними механізмами. Важливим є розуміння відповідності між структурою речовини і її реакційною здатністю, що дозволяє передбачити хімічні властивості сполуки, будова якої відома.

Виклад повного об'єму теоретичного матеріалу викладачами та проведення лабораторних робіт пов'язаний з певними труднощами. Тому частина матеріалу винесена на самостійне вивчення студентами, що дозволяє зменшити об'єм конспектування, звільнити час для лабораторних робіт.

Студент, опрацьовуючи викладений у даному посібнику матеріал, повинен оволодіти знаннями із сучасних основ органічної хімії, навчитись самостійно працювати з літературними джерелами, підготуватись до здачі екзаменів із курсу органічної хімії, передбаченого програмою.

Метою посібника є формування у студента цілісних уявлень про реакційну здатність органічних сполук та вміння правильно їх застосовувати.

Певна частина матеріалу посібника відведена прикладному значенню органічної хімії. Деякі органічні реакції, механізми яких наведені в тексті, мають біологічне значення, що буде розглянуто в наступних розділах. Зрозуміти зв'язок, який існує між органічними та біохімічними реакціями, можна, вивчаючи базові механістичні принципи органічної хімії. Порівнюючи органічні реакції з біохімічними, важливо виділити пріоритетні принципи органічної хімії. Один з найважливіший із них – *стереохімія*, яка має важливе значення у живих системах. Серед них – хіральність молекул, кето-енольна таутомерія, *цис-транс*-ізомерія, які мають фундаментальне значення.

Матеріал посібника представлений таблицями, схемами, рисунками, наповнений ілюстраціями, містить короткі розділи із заголовками, шрифтами виділені різні за значенням відомості, ключові положення. Багаторічний власний досвід викладання курсу органічної хімії показує, що студенти вважають це корисним. У кінці кожного розділу є підсумок головних положень, перелік ключових слів для кращого запам'ятовування нових термінів і концепцій, питання для опрацювання, які охоплюють весь матеріал для самостійного опрацювання і перевірки засвоєння матеріалу. Відомості, яких не вистачає, студент легко може віднайти в інших джерелах і самостійно розмістити їх в рамках теорії.

У даному розділі посібника викладено теоретичні основи будови органічних сполук, їх класифікацію за функціональними групами і типом карбонового ланцюга, на основі якої розглянуто властивості основних класів органічних сполук.

Посібник допоможе студентам осягнути інші важливі теми за межами навчальної лабораторії, які становлять загальний інтерес, а також орієнтуватись у цікавому світі сучасної органічної хімії та скласти про нього уяву, повторити пройдений матеріал, здати екзамени. Вивчення даного розділу з повного курсу органічної хімії допоможе зрозуміти подальший матеріал, а також зміст багатьох публікованих відомостей.

Автори будуть вдячні читачам за критичні зауваження, корисні поради і побажання щодо змісту і оформлення підручника.

АВТОРИ
Львів, 2021 р.

Частина перша

РОЗДІЛ 1. Теоретичні основи будови органічних сполук

1.1. Предмет органічної хімії

Органічна хімія – одна з найважливіших природничих дисциплін, яка швидко розвивається, є науковою основою виробництва органічних сполук, без яких неможливе сучасне життя. Органічні сполуки об'єднують велику кількість (понад 20 млн.) речовин *природного походження* і *синтетичних* (створені методами лабораторного чи промислового органічного синтезу) і ця кількість швидко зростає. Усі органічні сполуки містять карбон. **Органічні сполуки – це сполуки карбону з іншими елементами** (за винятком найпростіших, які відносять до неорганічних: карбіди, карбонатна кислота, карбонати, оксиди карбону, ціаніди). Назву ***«органічні сполуки»*** закріпили для визначення ***карбоновмісних сполук***. Термін **«органічна хімія»** вказує на історичний зв'язок зі сполуками, які виділяли з живих організмів тварин та рослин на ранніх етапах їх дослідження. Різниця між сполуками живої і «неживої» природи зникла після того, як вперше органічні сполуки одержали лабораторними методами шляхом перетворення одних речовин в інші.

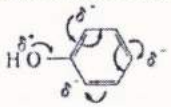
Органічні сполуки фундаментально *відрізняються від неорганічних* за рядом властивостей. Більшість з них легко ***загоряються*** (за винятком деяких), за наявності кисню згоряють і ***обвуглюються;*** мають низьку температуру плавлення і вже при незначному нагріванні (70–80°C) змінюються чи руйнуються. Більшість органічних реакцій протікають переважно *повільніше*, ніж неорганічних – від декількох годин до декількох діб; типові органічні речовини не дисоціюють на йони, нерозчинні у воді, тому вода не проявляє свої дипольні електростатичні властивості (крім органічних кислот, основ, солей). Серед органічних сполук постійно зустрічається явище ***ізомерії.*** Молекули органічних сполук містять часто велике число однорідних атомів, в першу чергу атомів карбону, які можуть бути сполучені практично з будь-яким елементом, чим зумовлено величезна кількість цих сполук.

Органічні речовини є **більш високо організованою матерією** ніж неорганічні: у своєму розвитку вони переходять у живу речовину і відіграють важливу роль в процесах життєдіяльності всіх організмів. Органічні речовини є **фундаментом** (основою) біологічного життя. Тому органічна хімія, будучи теоретичною основою виробництва органічних речовин, є перехідною областю між хімічними та біологічними науками.

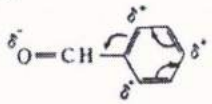
В природі синтез органічних сполук здійснюють мікроорганізми, рослини (фотосинтез), люди, тварини. Як *компоненти* живих організмів, ці сполуки виконують життєво важливі функції, як *складові кормів* – роль будівельних блоків в живому організмі при синтезі власних тканин, як

-М-ефект характериний для замісників, які є акцепторами електронної густини. Це атоми або групи атомів, що зв'язані кратними зв'язками з атомом карбону через більш електронегативний елемент.

Так, +М–ефект групи -ОН веде до збільшення електронної густини в *орто-* і *пара*-положенях бензенового кільця (1), чим пояснюється електрофільне заміщення в цих положеннях.



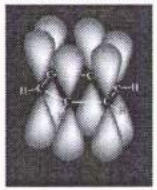
I



II

Замісники з –М ефектом знижують електронну густину в *орто-* і *пара*-положеннях бензенового кільця (II), що пояснює електрофільну атаку в *мета*-положеннях таких молекул.

Мезомерний ефект пов'язаний з поняттям ***спряження*** – *взаємним перекриттям сусідніх негібридизованих орбіталей, які безпосередньо не утворюють кратні зв'язки.* Спряження виникає, коли кратні зв'язки у системі чергуються з одинарними, або коли біля атома карбону з подвійним зв'язком міститься атом з неподіленою парою електронів. У випадку спряження зв'язуючі орбіталі належать не лише парі сусідніх атомів, а охоплюють більшу кількість ядер. Такі зв'язки називають *делокалізованими.*



Делокалізація веде до зміцнення одинарного зв'язку. Для сполук з делокалізованими зв'язками можна написати ряд резонансних структур, які відображають можливе розташування електронної густини між атомами.

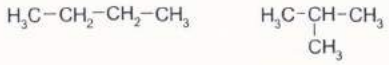
1.8. Ізомерія органічних сполук

Сполуки з однаковою брутто-формулою (мають однаковий якісний і кількісний склад), можуть мати різні хімічні і фізичні властивості, що пов'язане з різною послідовністю сполучення атомів один відносно одного в молекулі. Такі сполуки називають ***ізомерами,*** а явище – **ізомерією.** Є **два** основні види ізомерії: **структурна** і **просторова (стереоізомерія).**

Структурна ізомерія. Структурні ізомери відрізняються один від одного за **структурою,** тобто порядком розташування зв'язків між атомами в молекулі. Розрізняють *статичну і динамічну* структурну ізомерію.

Статична структурна ізомерія *–вид ізомерії речовин, яка* ***пов'язана з певною послідовністю сполучення атомів між собою в молекулах і при якій ізомери не перетворюються один в одного.*** Є такі різновиди статичної структурної ізомерії:

– ***ланцюгова ізомерія*** (ізомери відрізняються лише за будовою карбонового ланцюга, зумовленої різним сполученням атомів карбону). Наприклад, є два ізомери бутану: *н-* бутан та ізобутан; ізомерами є також бутен-1 і циклобутан:

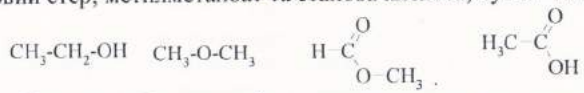


***н*-Бутан** **Ізобутан**

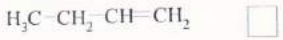
– ***положення кратного зв'язку*** у карбоновому ланцюзі (сполука з брутто-формулою C_4H_8 існує у формі двох таких ізомерів: бутен-1 та бутен-2):

Бутен-1 Бутен-2

– ***ізомерія сполук, які належать до різних класів*** (наприклад, етанол і диметиловий етер; метилметаноат та етанова кислота, бутен -1і циклобутан):



Етанол Диметиловий етер Метилметаноат Етанова кислота

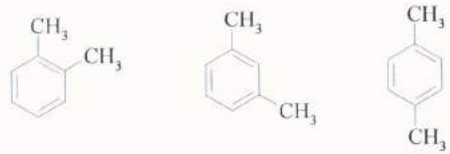


Бутен-1 Циклобутан

– ***положення функціональних груп*** (сполуки-ізомери відрізняються за розміщенням функціональної групи, наприклад, спирти бутанол-1, бутанол-2 та 2-метилпропанол-2)

Бутанол-1 Бутанол-2 2-Метилпропанол-2

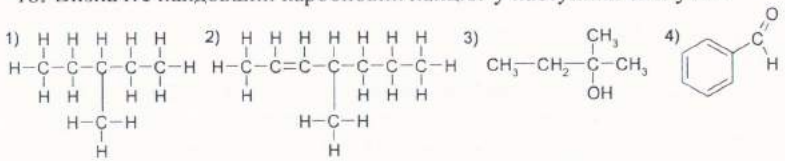
– положення замісників у бензеновому ядрі (о-, м-, п-ізомери):



о-ксилол м-ксилол п-ксилол

Динамічна структурна ізомерія *– вид ізомерії, яка* ***пов'язана зі взаємним перетворенням двох ізомерів у стані рівноваги.*** Це так звана,

18. Визначте найдовший карбоновий ланцюг у наступних сполуках:



19. Визначте у формулах із завдання 18 первинні, вторинні, третинні, четвертинні атоми карбону, а також встановіть радикали (алкіли).
20. Позначте сполуку із завдання 18 з кратним зв'язком і встановіть тип карбонового ланцюга.

ДОДАТКИ

КЛАСИ ОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Назва класу	*Приклад сполуки*	*Функціональна група*	*Матеріал у посібнику*
Алкани	$CH_3–CH_2–CH_2–CH_3$ Бутан	Містять лише C–C та C–H одинарні зв'язки	Розділ 2.1
Алкени	$CH_2=CH–CH_2–CH_3$ 1-Бутен	>C=C<	Розділ 2.2
Алкіни	$CH_3–C\equiv C–CH_3$ 2-Бутин	–C ≡ C–	Розділ 2.3
Ароматичні вуглеводні (арени)	CH_2CH_3 Фенілетан (етилбензен)		Розділ 2.4
Галогеналкани (алкілгалогеніди)	$H_3C–CH(Br)–CH_2–CH_3$ 2-Бромобутан	–C(|)–X де X= Cl, Br, I, F	Розділ 3
Спирти	$CH_3–CH_2–CH_2–OH$ 1-Пропанол	–OH	Розділ 4
Етери	$CH_3–CH_2–O–CH_2–CH_3$ Діетиловий етер	>C–O–C<	Розділ 4
Феноли	HO, NO_2 *м*-Нітрофенол	OH	Розділ 4
Альдегіди	$CH_3-CH_2-C(=O)H$ Пропаналь	–C(=O)H	Розділ 5
Кетони	$H_3C-C(=O)-CH_3$ 2-Пропанон	>C=O	Розділ 5
Карбонові кислоти	$CH_3-CH_2-C(=O)OH$ Пропанова кислота	–C(=O)OH	Розділ 6
Естери	$CH_3-C(=O)O-CH_2-CH_3$ Етилетаноат (етилацетат)	–C(=O)O–R	Розділ 6

Навчальне видання

Оксана Орестівна. Коритко,
Микола Дмитрович Обушак

Теоретичні основи будови органічних сполук

Навчальний посібник

Авторська редакція

Відповідальний за випуск Борис Корпан

Підписано до друку 15.11.2021. Формат 60х84/16
Гарн. Times New Roman. Папір офсетний. Ум. друк. арк. 43,68.
Наклад 8 прим. Зам. № 15/11.

Друк ФОП Корпан Б.І.
Львівська обл., Пустомитівський р-н., с Давидів, вул. Чорновола 18
Ел. пошта: bkorpan@ukr.net, тел. (093) 480-6141
Код ІНДРФО 1948318017, Свідоцтво фізичної особи-підприємця:
В02 № 635667 від 13.09.2007