

Міністерство освіти і науки України

**Львівський національний університет
ветеринарної медицини та біотехнологій
імені С.З. Гжицького**

**Посібник
з органічної хімії**

Частина 3. Спирти

Львів – 2015

Посібник з органічної хімії Ч.3. Спирти

доцент Коритко О.О., Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

професор Обушак М.Д., Львівський національний університет імені Івана Франка

Посібник з органічної хімії Ч.3. Спирти. – Львів, 2015. – 38 с.

Рецензенти:

Карп'як В.В. – к.х.н., доцент кафедри органічної хімії Львівського національного університету ім. Івана Франка

Макух Є.М. – к.б.н., доцент кафедри біологічної та загальної хімії Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім.С.З. Гжицького

Возна О.В. – к.б.н., доцент кафедри біологічної та загальної хімії Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім.С.З. Гжицького

ПЕРЕДМОВА

Органічна хімія – одна з фундаментальних природничих дисциплін, що поряд з високоорганізованою матерією, яка включає речовини, що утворюються в процесі життєдіяльності рослин, тварин, людей, мікроорганізмів, вивчає сполуки, одержані синтетично, включно з такими, які в природі не зустрічаються. Тому для кращого розуміння життєвих процесів необхідно вивчати властивості органічних сполук, їх вплив на довкілля та вміло ними користуватись.

Спирти відіграють важливу роль у нашому житті. Ще з глибокої давнини відомий спосіб одержання *винного спирту (етанолу)* з природної сировини, яка містить вуглеводи (цукор, крохмаль) за допомогою ферментів дріжджів в процесі спиртового бродіння. *Холестерол* – тетрациклічний ненасичений спирт з класу стероїдів, містить одну гідроксильну групу, *гліцерол* – триатомний спирт, компонент рослинних і тваринних жирів – життєво важливих сполук, які також мають практичне застосування.

Вивчення властивостей типових представників даного класу органічних сполук дає можливість звести величезну кількість реакцій, яких вони зазнають, до основних типів цих реакцій. Це має важливе значення для розуміння життєвих процесів та правильного користування сполуками з метою уникнення їх негативного впливу на живий організм і навколишнє середовище.

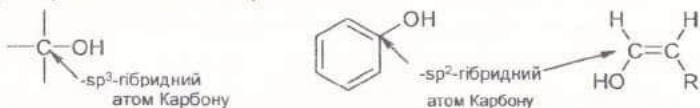
Мета посібника – допомогти студентам зрозуміти як фізичні властивості спиртів зв'язані з молекулярною структурою; *вивчити*: номенклатуру, яку використовують при наданні назв спиртам; стандартні способи одержання спиртів та хімічні реакції, яких вони зазнають; *розуміти* значення окремих представників для практичного застосування.

Матеріал посібника викладено відповідно до навчальної програми. У кінці посібника є питання для самостійної підготовки, які студенти повинні виконувати, готуючись до даної теми, а також список літератури, яку студент може використовувати у процесі навчання.

СПИРТИ

Спирти належать до оксигеновмісних сполук, молекули яких, крім атомів Карбону і Гідрогену, містять атоми Оксигену. **Функціональною групою** спиртів є **гідроксильна група -ОН** (інші назви – *спиртова група, гідроксигрупа*), у зв'язку з чим їх відносять до *гідроксисполук*. Спирти є *похідними вуглеводнів*, у молекулах яких **один або декілька атомів Гідрогену заміщені гідроксильною групою**.

У спиртах **група -ОН зв'язана з sp^3 -гібридним атомом Карбону**, на відміну від інших сполук, що містять гідроксильну групу – *енолів та фенолів* – у молекулах яких гідроксильна група зв'язана з sp^2 -гібридним атомом Карбону. Еноли нестійкі й легко таутомеризуються до своїх кетоформ, утворюючи сполуки, які містять карбонільну групу. Спирти не таутомеризуються. У *фенолах* група -ОН з'єднана з атомом Карбону бензенового ядра.



На початку цивілізації люди використовували речовину, відому як **спирт** (від лат. слова *spiritus* – дух, душа), яку одержували в процесі **ферментації**, при якій відповідні ферменти дріжджів зброджують водний розчин цукрів чи крохмалю з утворенням **етанолу**, C_2H_5OH та CO_2 . Цей метод – один з основних сучасних методів одержання етилового спирту.

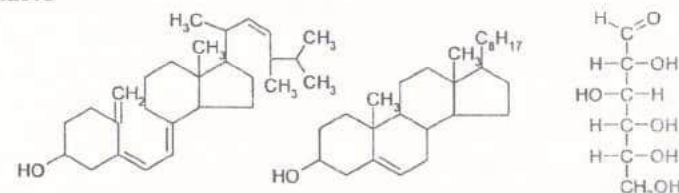
Спирти мають практичне застосування. Поряд з галогенопохідними вуглеводнів їх найчастіше використовують в органічному синтезі для отримання представників інших класів. Ці два класи органічних сполук також пов'язані між собою. Спирти можна одержати при гідролізі галогеналканів,



а галогеналкани – заміщенням гідроксильної групи спиртів на галоген в реакції спиртів з галогеноводнями:



Спиртова група (одна чи більше) входить до складу сполук більш складної будови. Серед них є такі важливі для біологічних систем як глюкоза, ергокальциферол (вітамін D_2), холестерол – важливий зоостерин, відкриває ланцюг біосинтезу стероїдних статевих гормонів і кортикостероїдів; приймає участь



Ергокальциферол

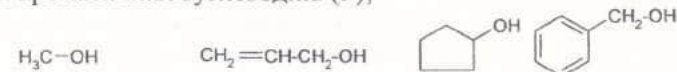
Холестерол

Глюкоза

в утворенні жовчних кислот, вітаміну D_3 . Існує пряма залежність між його концентрацією в крові людей і серцево-судинними захворюваннями.

Класифікація спиртів

Спирти класифікують за природою вуглеводневого залишку, кількістю гідроксильних груп у молекулі, на основі класифікації sp^3 -гібридних атомів Карбону, з якими сполучена гідроксильна група. Залежно від **хімічної будови вуглеводневого залишку** спирти поділяють на: **ациклічні насичені та ненасичені** – похідні ациклічних насичених (А) та ненасичених (Б) вуглеводнів; **циклічні: аліциклічні** – похідні аліциклічних насичених (В) і ненасичених вуглеводнів та **ароматичні** – похідні ароматичних вуглеводнів (Г);



А. Метанол

Б. 2-Пропенол-1

В. Цикло-
пентанолГ. Бензиловий
спирт

Відповідно до **кількості гідроксильних груп** у молекулі розрізняють **одноатомні** спирти, молекули яких містять одну гідроксильну групу; **двоатомні** – містять дві гідроксильні групи; **триатомні** – містять три гідроксильні групи; **спирти вищої атомності** містять декілька гідроксильних груп.

великих площах, використанням надлишкового зерна, створенням машин, в яких спирт виступає заміником палива.

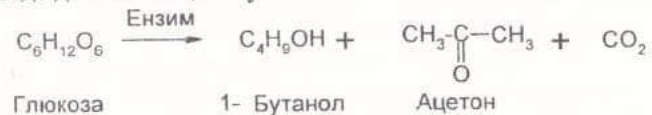
Основний метод одержання етанолу для різних потреб – гідратація етилену та гідроліз сировини, що містить целюлозу (деревина, солома), яку попередньо гідролізують. Отриману суміш пентоз і гексоз піддають спиртовому бродінню. Етанол, одержаний з продуктів гідролізу целюлози (*гідролізний спирт*), може містити до 0,5% метанолу (отрута!).

Етанол застосовують як основну чи допоміжну сировину виноробної та лікєро-горілчаної галузі харчової промисловості. Це невід'ємний компонент алкогольної продукції (вино, горілка, пиво, джин, ром, коньяк), у невеликій кількості є також у квасі. Етанол зареєстрований як харчова добавка **E 1510**. Застосовують етанол як органічний розчинник для харчових ароматизаторів.

Вживання невеликих доз етанолу викликає седативну дію (розслаблення), сп'яніння, а у великих – алкогольне отруєння і смерть. Постійне вживання алкоголю веде до залежності і порушення обміну речовин в організмі, патологічних змін в органах, тканинах і клітинах. Застосовують як протиотруту (антидот) при отруєнні деякими спиртами.

Невеликий вміст етанолу є в продуктах *молочнокислого (лактатного) бродіння* (кефірі, кумисі), яке здійснюють різні види молочнокислих бактерій (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Pediococcus acidolactis*). Крім молочної кислоти (кінцевий продукт) при цьому утворюється етанол.

При інших варіантах спиртового бродіння одержують інші спирти. Так, *n*-бутанол (**1-бутанол**) – кінцевий продукт *ацетонобутанолового бродіння*, яке на перших стадіях протікає аналогічно спиртовому. Утворений з пірвіноградної кислоти бутаналь (бутиратний альдегід), відновлюється до 1-бутанолу або перетворюється в ацетоцтову кислоту, декарбоксілювання якої веде до появи ацетону:



Амілові спирти, $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{OH}$ (є вісім ізомерів амілових спиртів) – безколірні рідини з неприємним запахом. Ізоаміловий спирт $(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ – в'язка рідина, основний компонент сивушних масел, які є продуктами спиртового бродіння.

2-Метил-2-бутанол – безколірна рідина із запахом камфори, у слідових кількостях міститься як компонент у ферментаційній суміші.

Високомолекулярні спирти. Міристиловий спирт $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CH}_2\text{OH}$ – тверда речовина, нерозчинна у воді, добре розчиняється в органічних розчинниках. Використовують у парфумерній промисловості.

Цетиловий спирт $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CH}_2\text{OH}$ – тверда речовина, нерозчинна у воді, добре розчиняється в органічних розчинниках. Одержують з китового жиру та кокосової олії. Входить до складу воскоподібної речовини головного мозку кашалотів – спермацету, який використовують як компонент косметичних засобів, лікувальних мазей, паст, емульсій.

Церилловий спирт $\text{C}_{26}\text{H}_{53}\text{OH}$ – тверда речовина, нерозчинна у воді, добре розчиняється в органічних розчинниках. Складає частину жиропоту вовни овець і китайського воску.

Мірициловий спирт $\text{C}_{30}\text{H}_{61}\text{OH}$ – тверда речовина, нерозчинна у воді, добре розчиняється в органічних розчинниках. Входить до складу бджолиного і карнаубського восків.

Двоатомні насичені спирти (алкандіоли, гліколі)

Двоатомними спиртами (*алкандіолами, гліколями*) називають спирти, молекули яких містять дві гідроксильні групи, що зв'язані з двома різними атомами Карбону. Загальна формула гліколів $\text{C}_n\text{H}_{2n}(\text{OH})_2$.

Спирти з двома групами –ОН біля одного атома Карбону нестійкі і внаслідок дегідратації перетворюються в альдегіди і кетони:

косметичних засобів як консервант і як засіб, що попереджує замерзання і висихання. Компонент природних життєво важливих сполук – жирів.

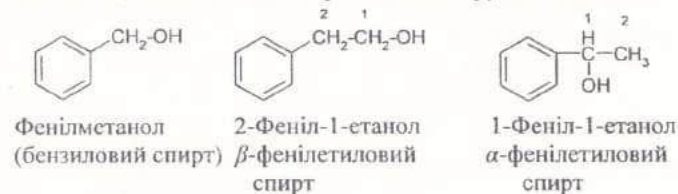
Ароматичні спирти

Ароматичні спирти – це сполуки, в молекулах яких гідроксильна група зв'язана не безпосередньо з бензеновим ядром, а міститься в бічному ланцюзі.

Ізомерія та номенклатура

Для ароматичних спиртів властива ізомерія алкільних груп, з якими зв'язана група –ОН, та ізомерія положення групи –ОН.

За правилами номенклатури ІUPAC назва ароматичного спирту включає назву алканолу (друга частина назви) і назву арильної групи (Ar) *феніл-*. Нумерацію атомів Карбону починають від ближчого до гідроксильної групи кінця.

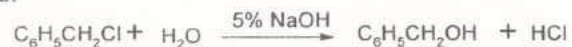


Часто використовують тривіальні назви спиртів (бензиловий спирт та ін.).

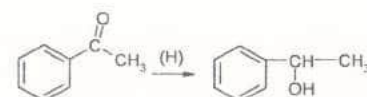
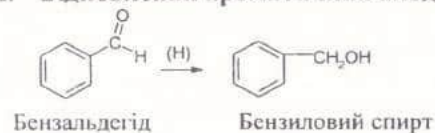
Методи одержання

Методи одержання ароматичних й аліфатичних спиртів подібні.

1. Гідроліз арілгалогенідів при дії водних лужних розчинів:



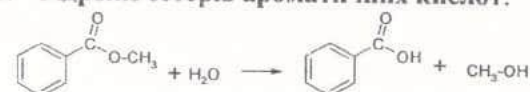
2. Відновлення ароматичних альдегідів і кетонів:



Фенілетанон

1-Феніл-1-етанол

3. Гідроліз естерів ароматичних кислот:

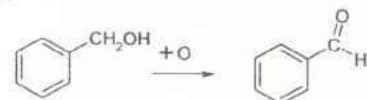


Метилбензоат

Бензойна кислота Метанол

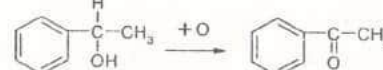
Хімічні властивості

Ароматичні спирти подібно до аліфатичних спиртів утворюють алкоголяти, етери, естери, не реагують з лугами, легко окиснюються: первинні – до альдегідів, вторинні – до кетонів.



Фенілметанол

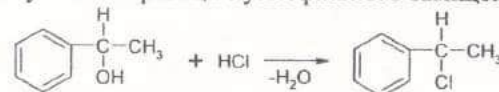
Фенілметаналь



1-Феніл-1-етанол

Метилфенілкетон

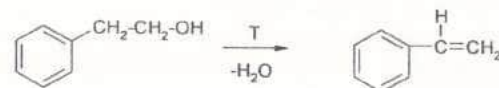
Відмінності пов'язані із впливом бензенового ядра і характерні лише для α - і β -ароматичних спиртів. Так, α -спирти легко вступають в реакції нуклефільного заміщення:



1-Феніл-1-етанол

Метилфенілхлорометан

β -Спирти дегідратуються:



2-Феніл-1-етанол

Стирол

- а) високих температур кипіння; в) низьких температур кипіння;
 б) поганої розчинності у воді; г) доброї розчинності у неполярних розчинниках.

23. У ароматичних спиртах група $-OH$ зв'язана:

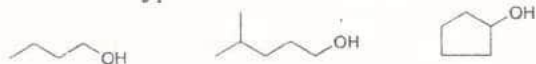
- а) безпосередньо з бензеновим ядром;
 б) з sp^2 -гібридним атомом Карбону;
 в) з алкільною групою, що зв'язана з бензеновим ядром;
 г) з sp^3 -гібридним атомом Карбону.

24. Одноатомні спирти містять:

- а) дві групи $-OH$; в) три групи $-OH$;
 б) одну групу $-OH$; г) одне бензенове ядро.

25. Спиртове бродіння як спосіб одержання етанолу.

26. Напишіть повні структурні формули спиртів і назвіть їх за номенклатурою ІУРАС



Література

1. Степаненко Б. Н. Курс органической химии - М.: Высшая школа, 1981.
2. Грандберг Й. Й. Органическая химия - М.: Высшая школа, 1980.
3. Іващенко О.Д., Нікозять Ю.Б., Дмитренко В.І., Кудрик М.А., Стебліна К.П. Хімія і методи дослідження сировини та матеріалів.//Навчальний посібник. - К.: Знання, 2011. - С.607.
4. Кононський О.І. Органічна хімія. Практикум: Навч. посіб. - К.: Вища шк., 2002. - 247 с.
5. Богацька Л. Н., Веремєєнко К.Н., Епштейн М. М. Практикум з біологічної та органічної хімії - К.: Здоров'я, 1987.
6. Домбровський А.В., Найдан В.М. Органічна хімія -К.: Вища школа, 1992.
7. Кононський О.І. Органічна хімія. Підручник - К.: Дакор., 2003. - 568 с.
8. Коритко О.О., Обушак М.Д., Мідяний С.В., Мотько Н.Р. Посібник з органічної хімії - Львів, 2005. - 214 с.
9. Рево А. Я. Практикум по органической химии - М., Высшая школа, 1971.

Підписано до друку 23.03.2015 р.
Формат 60×80/16. Гарнітура Nimes New Roman
Папір офсетний. Друк Risograf
Зам. № 20/02. Наклад 60 прим.

Друк ПП «Бодлаю»
79070, м. Львів, вул. Хоткевича 42/18