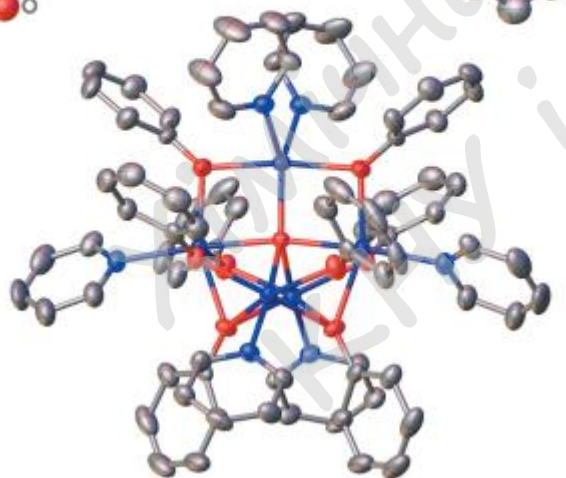
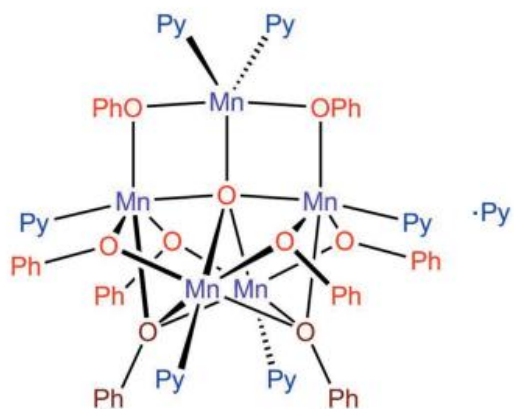
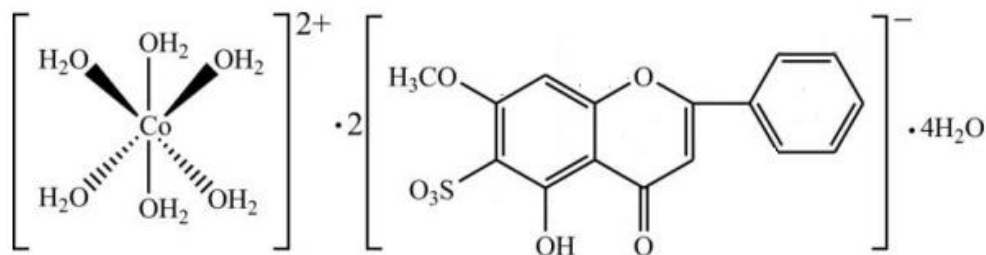
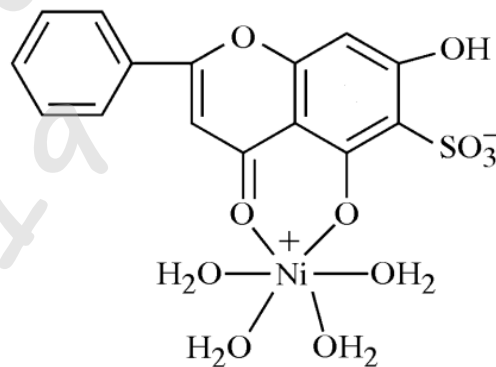


? → !

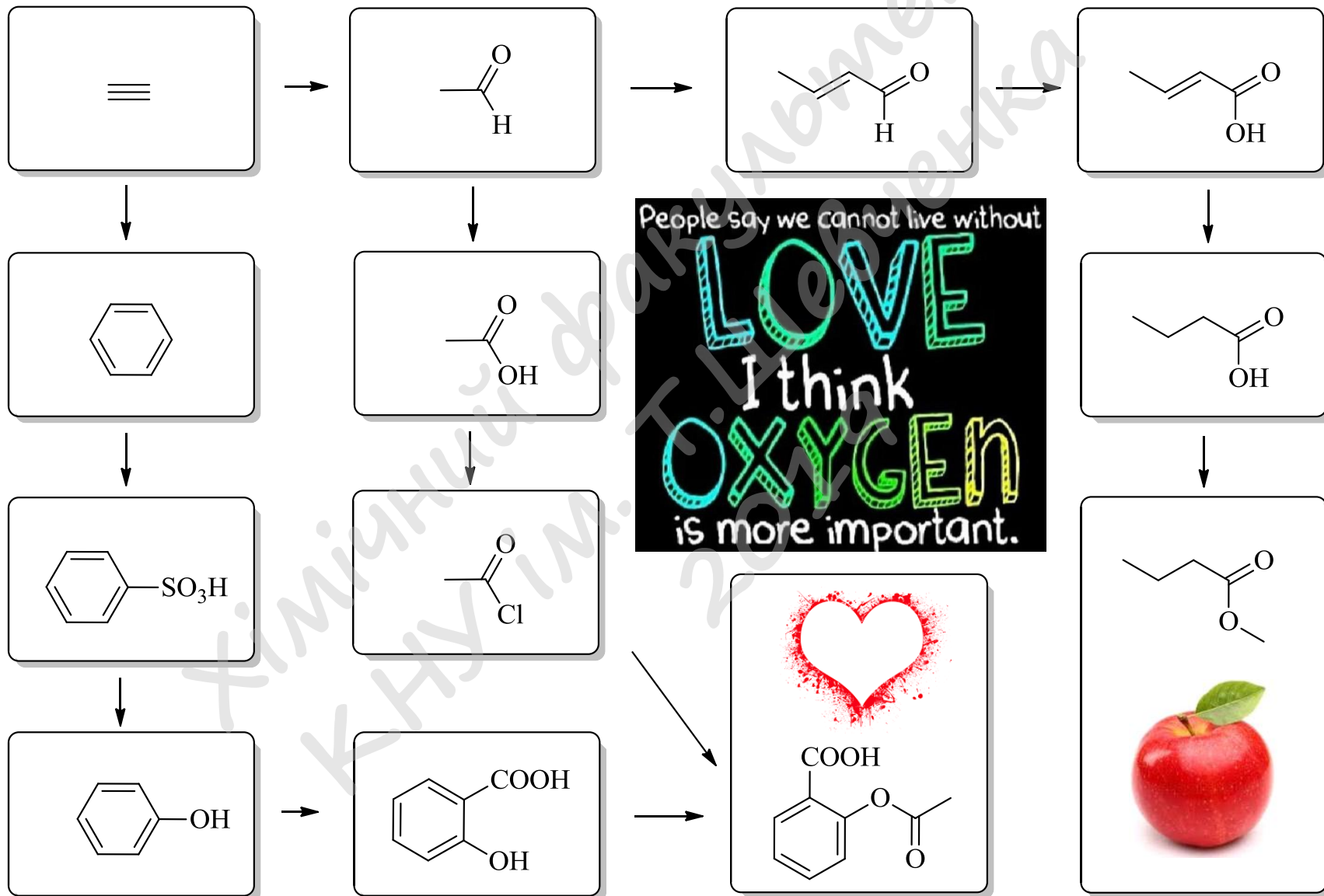


Acta Crystallographica Section C

Crystal Structure Communications

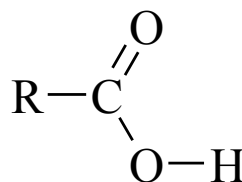


?

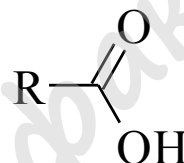


**КАРБОНОВІ КИСЛОТИ
ТА ЇХ ПОХІДНІ:
ЕСТЕРИ Й АМІДИ**

Карбонові кислоти – органічні сполуки, що містять **карбоксильну групу**.



або



Способи скороченого запису **карбоксильної групи**:

-COOH,
-C(O)OH,
-CO₂H

За будовою приєднаного до карбоксильної групи залишку **карбонові кислоти** поділяють на

- **аліфатичні**;
- **ненасичені** (окремо виділяють α,β-ненасичені);
- **циклічні** (аліциклічні, ароматичні, гетероциклічні).

За кількістю карбоксильних груп **карбонові кислоти** поділяють на:

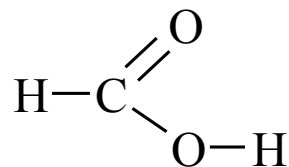
- **одноосновні**;
- **двоосновні**;
- **триосновні** (і т.д.).

- 1) вибираємо найдовший карбоновий ланцюг, який починається із карбоксильної групи
- 2) називаємо головний ланцюг по числу атомів Карбону, використавши закінчення **-ова кислота**
- 3) нумеруємо Карбони головного ланцюга від карбоксильної групи (її номер **1**)
- 4) замісники перелічуємо перед назвою основного ланцюга в алфавітному порядку
- 5) номер положення замісника вказуємо перед замісником арабською літерою та відокремлюємо дефісом
- 6) кількість замісників одного виду вказуємо префіксами (ди-, три- тощо)

Номенклатура циклічних (у т.ч. ароматичних) карбонових кислот

3

- 1) беремо за основу цикл, до якого приєднана карбоксильна група та називаємо цей фрагмент так: **назва циклу+карбонова кислота** (наприклад, циклопентанкарбонова кислота)
- 2) якщо кислота ароматична, за основу беремо фрагмент **бензойної кислоти**
- 3) нумеруємо Карбони циклу від карбоксильної групи (її номер 1) (винятки з цього правила стосуються конденсованих структур із кількох циклів, а також гетероциклічних карбонових кислот)
- 4) замісники перелічуємо перед назвою циклу в алфавітному порядку
- 5) номер положення замісника вказуємо перед замісником арабською літерою та відокремлюємо дефісом
- 6) кількість замісників одного виду вказуємо префіксами (ди-, три- тощо)



Метанова кислота (мурашина, форміатна).

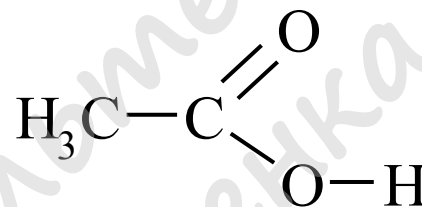
Безбарвна рідина з різким запахом і подразнюючою дією.

Т. топл. 8,3°C, т. кип. 100,8 °C.

Викликає опіки на шкірі. Міститься у виділеннях залоз мурашок, а також у деяких рослинах (наприклад, у листі кропиви).

Використання:

- протрава при фарбуванні та обробці паперу, текстилю шкіри;
- для консервування (**E236**); для дезинфекції бочок для вина та пива;
- в медицині для розтирання.



Етанова кислота (оцтова).

Безбарвна рідина з різким запахом і подразнюючою дією.

Т. топл. 16,75°C, т. кип. 118,1 °C.

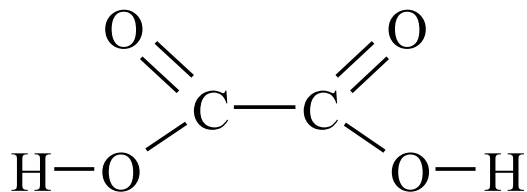
Чисту етанову кислоту називають «**льодяна оцтова кислота**».

Оцет – 3–9% водний розчин оцтової кислоти; відомий з III ст. до н.е.

Оцтова есенція – 70–80% водний розчин оцтової кислоти.

Використання:

- для консервування (**E260**);
- розчинник в промисловості та лабораторній практиці.



Етандіова кислота

(щавлева, оксалатна).

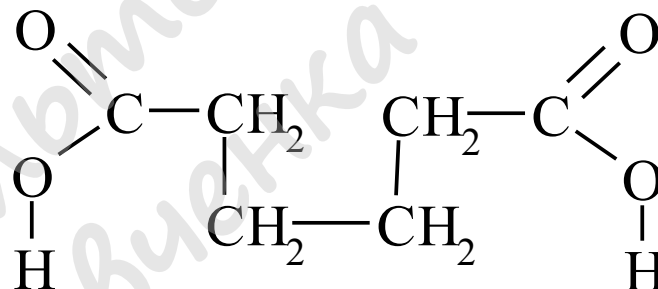
Безбарвна кристалічна речовина, гігроскопічна, добре розчинна у воді.

Т. топл. 189,5°C.



Використання:

- протрава при фарбуванні та обробці паперу, текстилю та шкіри;
- для очистки металічних поверхонь від іржі;
- компонент анодних ванн;
- лабораторний синтез ClO_2 .



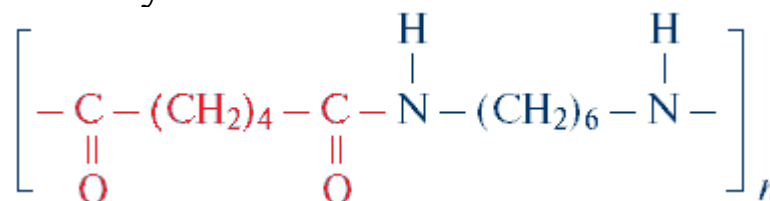
Гександіова кислота (адипінова, 1,4-бутандикарбонова).

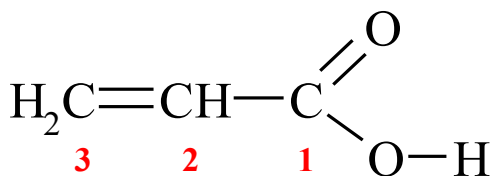
Безбарвна кристалічна речовина.

Т. топл. 152°C.

Використання:

- кисла харчова добавка (E355) та компонент розрихлювачів (не «пливе»);
- у засобах для видалення накипу;
- близько 90% йде на виробництво нейлону.





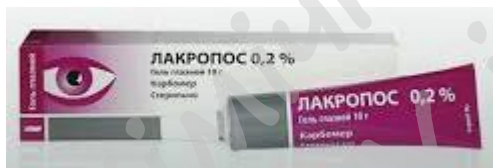
2-Пропенова кислота

(акрилова, етиленкарбонова).

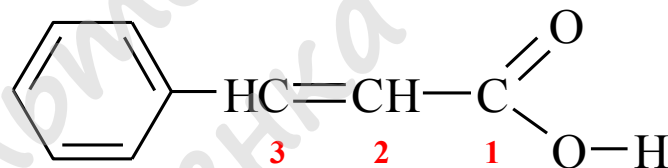
Безбарвна рідина, з різким запахом.

Т. топл. 12,1°C, т. кип. 140,9 °C.

Акрилова кислота та її похідні широко використовуються для виробництва полімерних матеріалів.



Легко полімеризується. Безводна **поліакрилова кислота** – сильний осушник (дитячі підгузки); водні розчини – загусники та в'язучі мамеріали (пломбування).

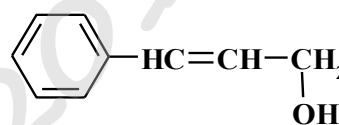


3-Фенілпропенова кислота

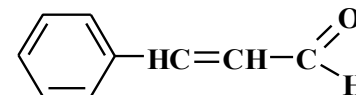
(корична, цинамова, β-фенілакрилова).

Безбарвна кристалічна речовина.

Т. топл. 133°C. В природі переважає *транс*-ізомер.



коричний спирт



коричний альдегід



корична кислота

3-Метилбензойна кислота

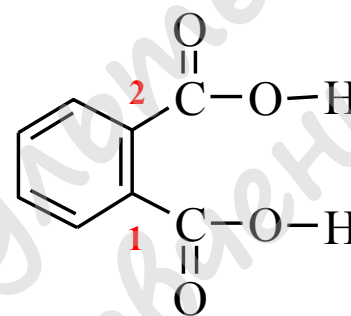
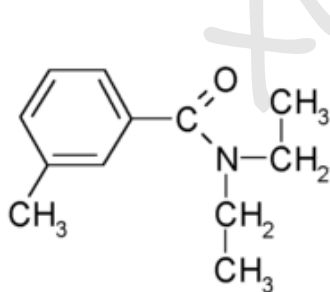
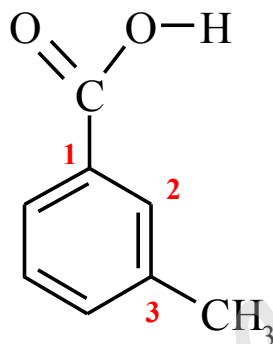
(мета-толуїлова).

Безбарвна кристалічна речовина.

Т. топл. 109°C.

Раніше використовувалась в аналітичній хімії для відділення Стронцію від Кальцію.

Її похідна – DEET, N,N-диетил-мета-толуамід – найпопулярніший компонент репелентів комах.



Бензен-1,2-дикарбонова кислота

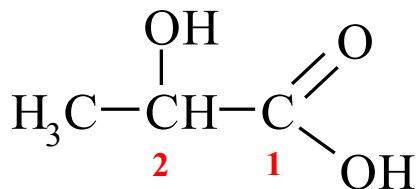
(фталева, ортофталева).

Безбарвна кристалічна речовина.

Т. топл. 200°C (розкладається).

Отримана у 1836 році (О. Лоран), і спочатку помилково вважалась похідною нафталену (звідси і назва).

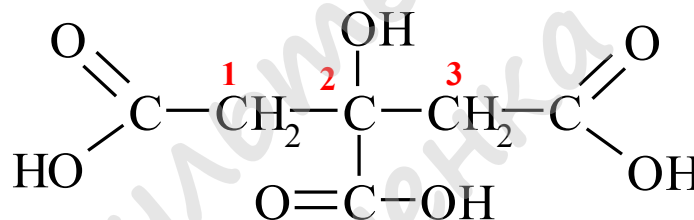
Її похідні (*фталати*) широко використовуються у виробництві пластмас та косметичних продуктів; але у значних концентраціях викликають гормональні порушення.



2-Гідроксипропанова кислота (α -оксипропанова).

Безбарвна кристалічна речовина,
т. топл. 18–26°C.

Природний консервант –
утворюється із цукрів в результаті
молочнокислого бродіння під дією
бактерій (приготування квашених
овочів, молочнокислих продуктів).
Утворюється при неповному
окисному розщепленні глюкози в
м'язах і викликає сильний біль.



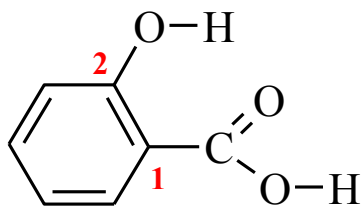
2-Гідрокси-1,2,3-пропантрикарбонова **кислота** (лимонна, цитратна).

Безбарвна кристалічна речовина, т. топл. 153°C.

Високий вміст цієї кислоти в ягодах, плодах
(цитрусові), хвої, листях бавовни та тютюну.
Важливий продукт обміну в живих організмах.

Використання:

- у виробництві харчових продуктів
(консервант та підкислювач, **E330**);
- для очистки металічних поверхонь від іржі;
- в садівництві – сприяння відділенню плодів
цитрусових від дерев.



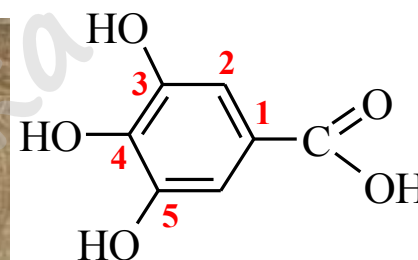
2-Гідроксибензойна кислота (орто-оксибензойна, саліцилова).

Безбарвна кристалічна речовина,
т. топл. 159°C.

Вперше вилучена із кори верби (лат. – *Salix*) у 1838 році Р. Піріа, ним же отримана і синтетично.

Про здатність витяжки із кори верби тамувати біль та знижувати температуру писав Гіппократ у V ст. до н.е.

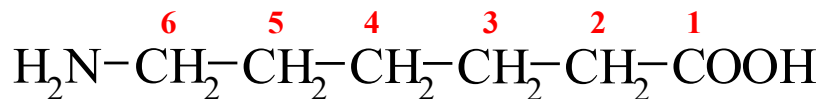
Саліцилова кислота та її похідні (натрієва сіль, естери, зокрема, аспірин) широко використовуються як антисептики у медичній практиці та харчовій промисловості.



3,4,5-Тригідроксибензойна кислота (гало́ва).

Безбарвна кристалічна речовина,
т. топл. 220°C, темніє на повітрі
Відкрита К. Шеєле у 1786 році у витяжці із чорнильних горішків.

Комплекси з Fe^{3+} мають інтенсивне фіолетово-чорне забарвлення.
Завдяки світлочутливості раніше використовувалась для фотометричного визначення Bi^{3+} та Se^{3+} , а також як компонент термокопірувального паперу.

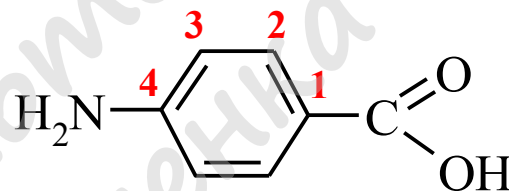
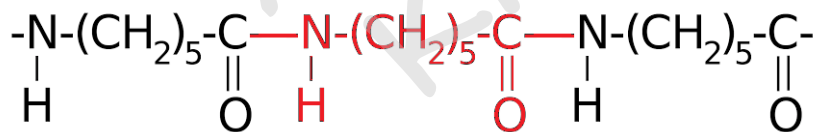


6-Аміногексанова кислота
(ε-амінокапронова).

Безбарвна кристалічна речовина,
т. топл. 203°C.

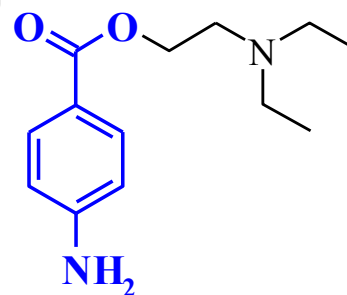
Антикоагулянт
(блокує фібриноліз).

Мономер капрону.

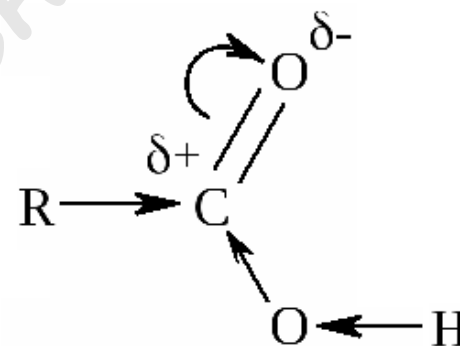


4-Амінобензойна кислота (пара-амінобензойна, ПАБК). Безбарвна кристалічна речовина, погано розчинна у воді, т. топл. 187°C.

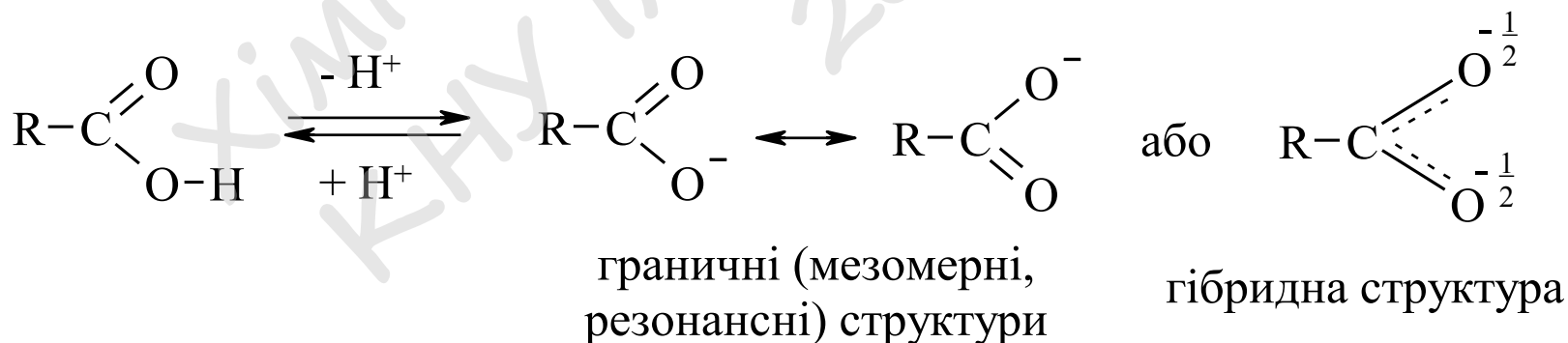
Фактор росту для мікроорганізмів (вітамін H₁). Похідні ПАБК (новокаїн, анестезин) – анестетики.



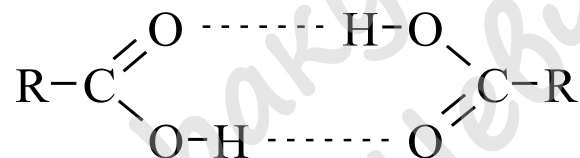
Електроноакцепторні властивості атома Оксигену групи **C=O** призводять до зменшення міцності зв'язку **O-H** і, як наслідок, – до **високої кислотності** (але, порівняно із сильними мінеральними кислотами, ступінь дисоціації карбонових кислот невисокий).



В аніоні карбонової кислоти (**карбоксилат-аніон**) негативний заряд порівну **розподілений** між обома атомами Оксигену.



Внаслідок високої полярності зв'язку **O–H**, в рідкому і твердому стані, а також у розчинах, між молекулами карбонових кислот існують сильні *міжмолекулярні водневі зв'язки*.



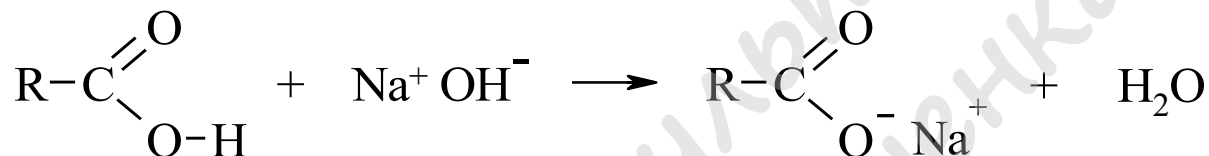
Як результат – кислоти мають суттєво *вищі температури кипіння та топлення*, ніж альдегіди та спирти з такою ж кількістю атомів Карбону, а також кращу *розчинність в воді*.

	Т. ТОПЛ.	Т. КИП.
EtOH	-114	78
MeCHO	-124	20
MeCOOH	17	118

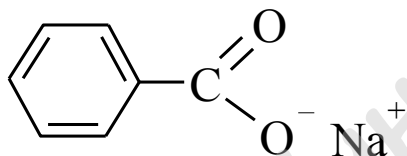
	Т. ТОПЛ.	Т. КИП.
PhCH ₂ OH	-15	206
PhCHO	-26	179
PhCOOH	122	249

Хімічні властивості карбонових кислот: утворення солей

13

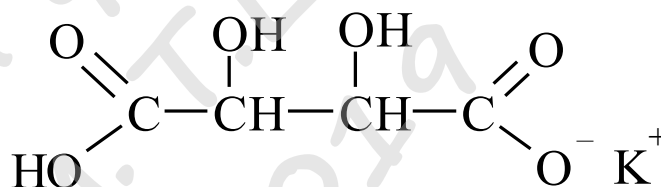


Водні розчини солей карбонових кислот мають *слабко-лужну реакцію*.



**Натрієва сіль бензойної
кислоти**
(бензоат натрію).

Консервант у харчовій
промисловості (**E211**).



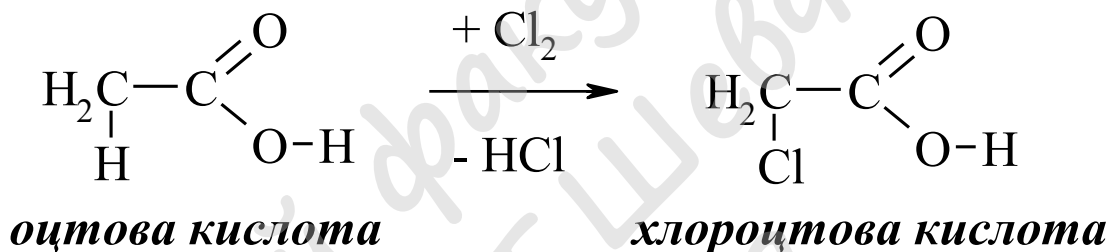
**Монокалієва сіль 2,3-дигідрокси-бутандіової
кислоти** (винна, виноградна, тартратна).

Основний компонент **винного каменю** (ця сіль
викристалізовується з часом зі зброженого
виноградного соку внаслідок низької розчинності).

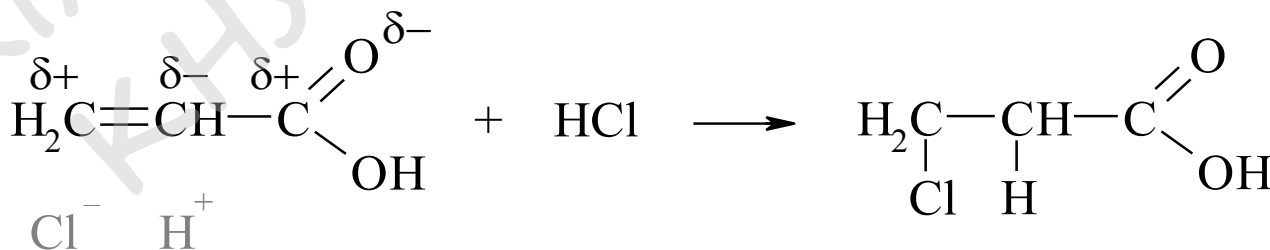
Хімічні властивості карбонових кислот: реакції бічного ланцюга

14

Карбонові кислоти при дії галогенів (Cl_2 , Br_2) *галогенуються* по *положенню 2* (α -положення):



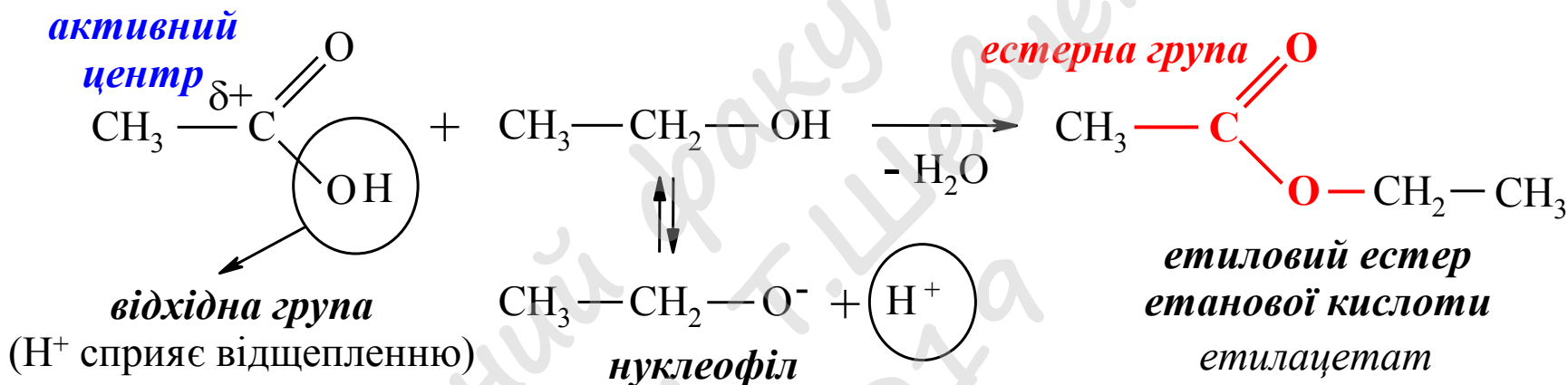
Акрилова кислота (та інші α,β -ненасичені карбонові кислоти) вступають у реакції приєднання проти правила *Марковникова*.



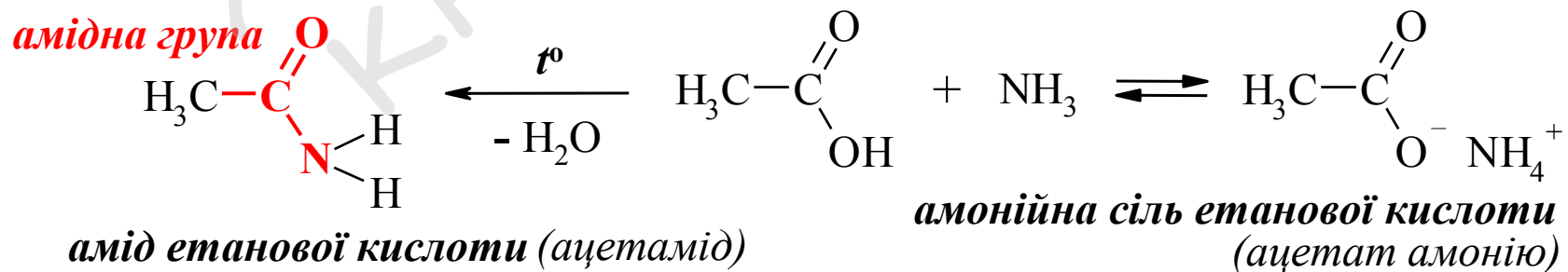
Хімічні властивості карбонових кислот: утворення естерів та амідів

15

В реакції утворення *естерів (естерифікації)* спирт є нуклеофілом, а група OH відходить від молекули кислоти. Каталізатори процесу – сильні мінеральні кислоти; також необхідно забезпечити *видалення води*, що виділяється в процесі реакції.

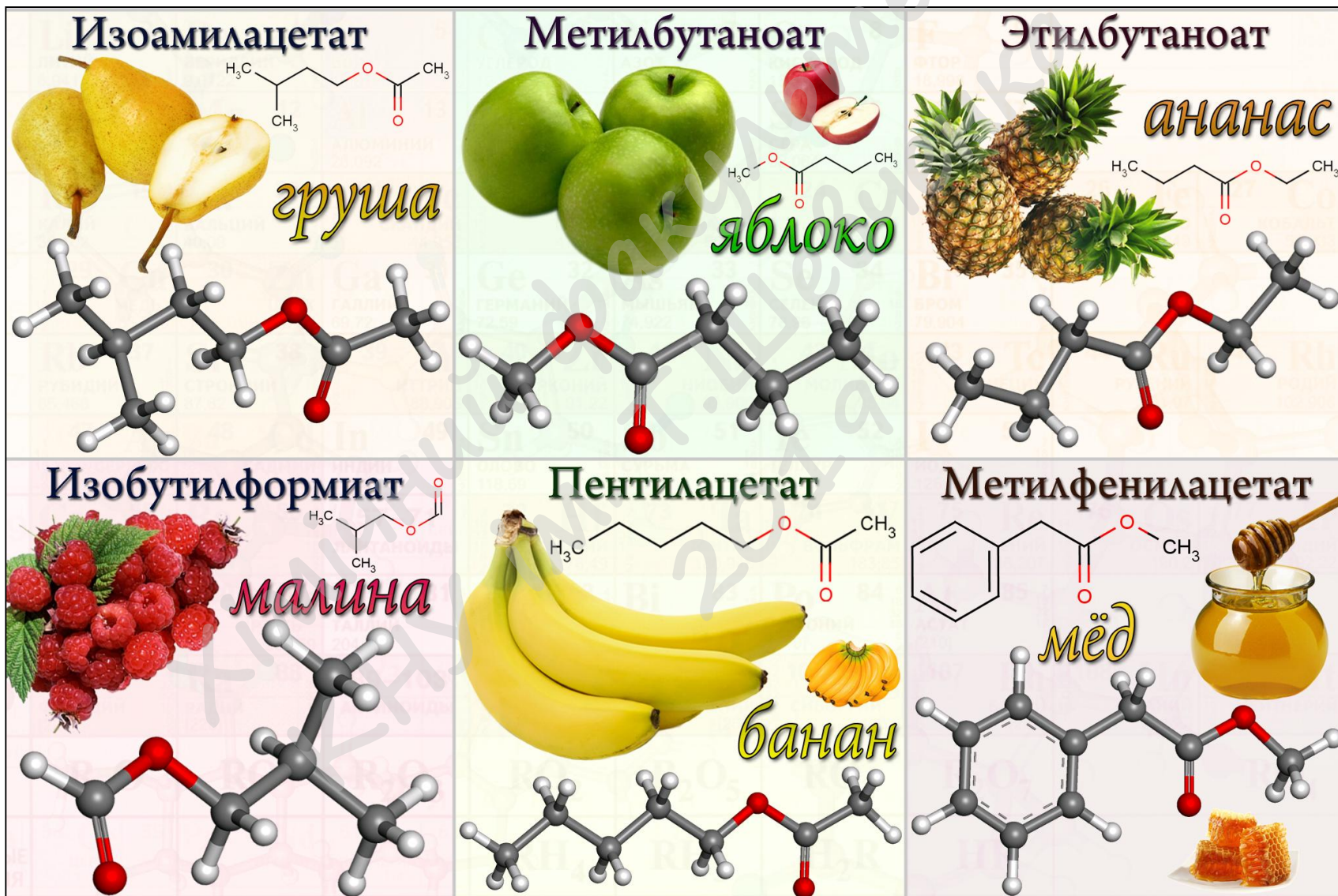


Взаємодія карбонових кислот з NH_3 або з амінами ($R-NH_2$) з утворенням *аміду* відбувається тільки за високої температури, оскільки неможливо створити кисле середовище, щоб полегшити відхід групи OH від молекули кислоти.



Естери аліфатичних карбонових кислот: природні ароматизатори

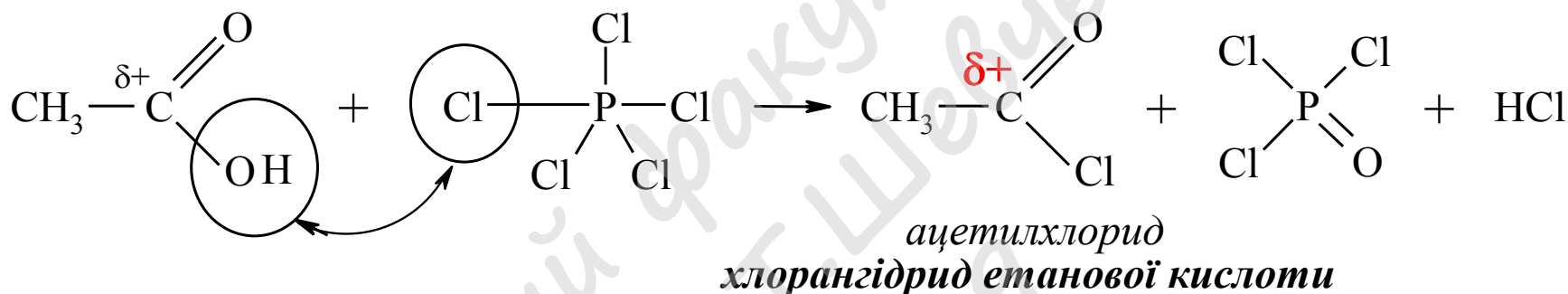
16



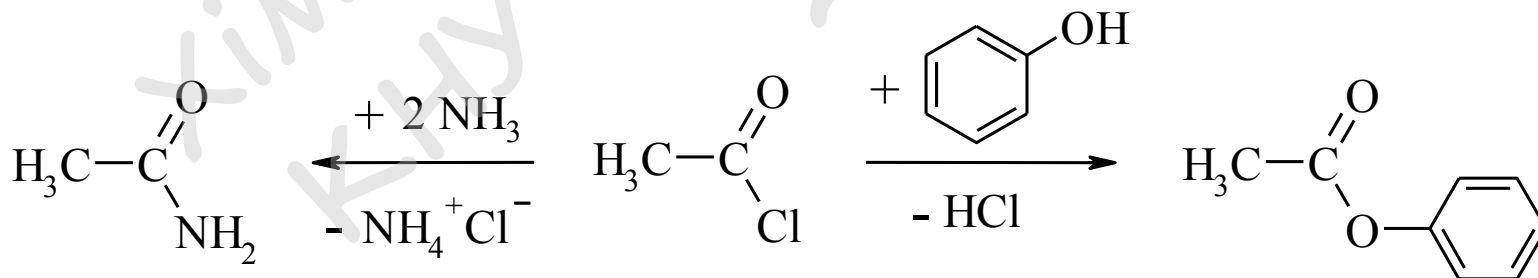
Хімічні властивості карбонових кислот: синтез естерів та амідів через хлорангідриди

17

Перетворення карбонової кислоти на відповідний **хлорангідрид** значно підвищує заряд $\delta+$ на атомі Карбону групи **C=O**, отже, – і активність молекули; крім того, **Cl** заміщується легше, ніж група **OH**.



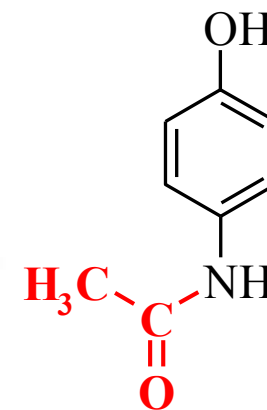
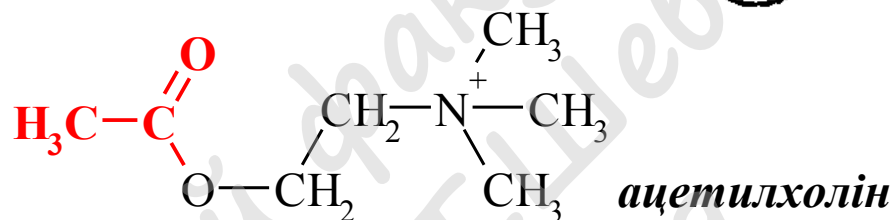
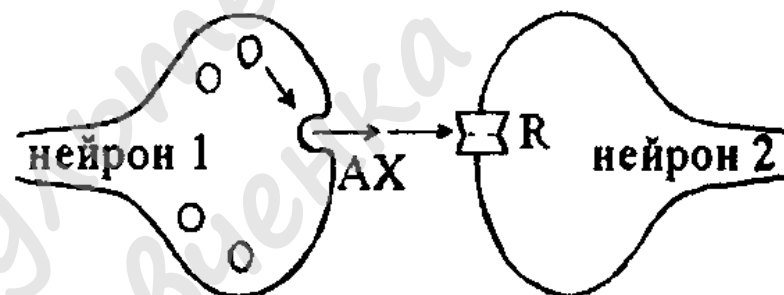
Хлорангідриди карбонових кислот швидко і за м'яких умов взаємодіють і зі **спиртами** (утворюють *естери*), і з **амінами** (утворюють *аміди*).



амід етанової кислоти
(ацетамід)

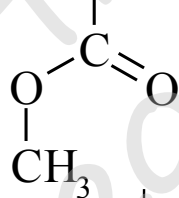
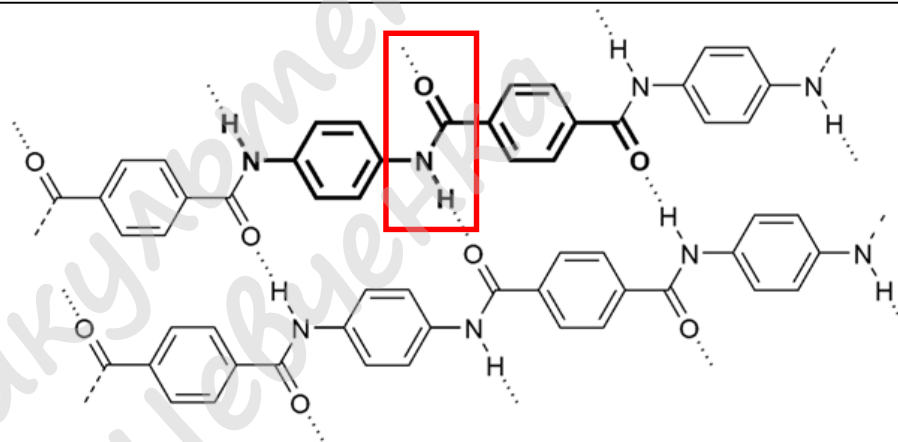
феніловий естер етанової кислоти
(фенілацетат)

Ацетилхолін – нейромедіатор,
бере участь в передачі нервових імпульсів від одного нейрону до іншого через синаптичну щілину.

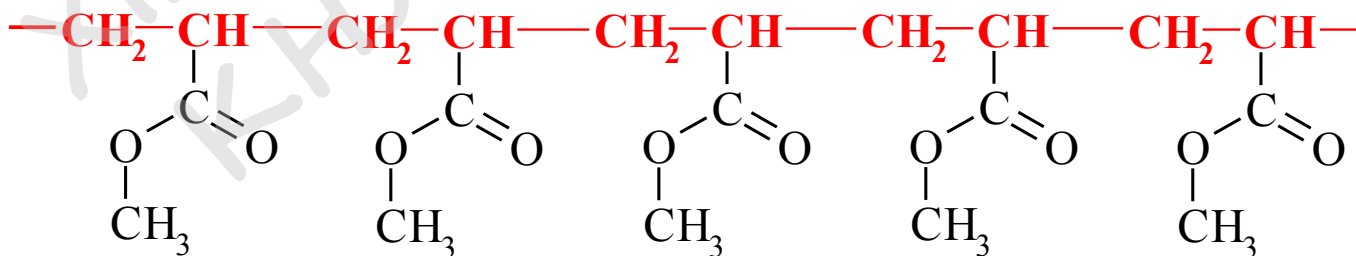




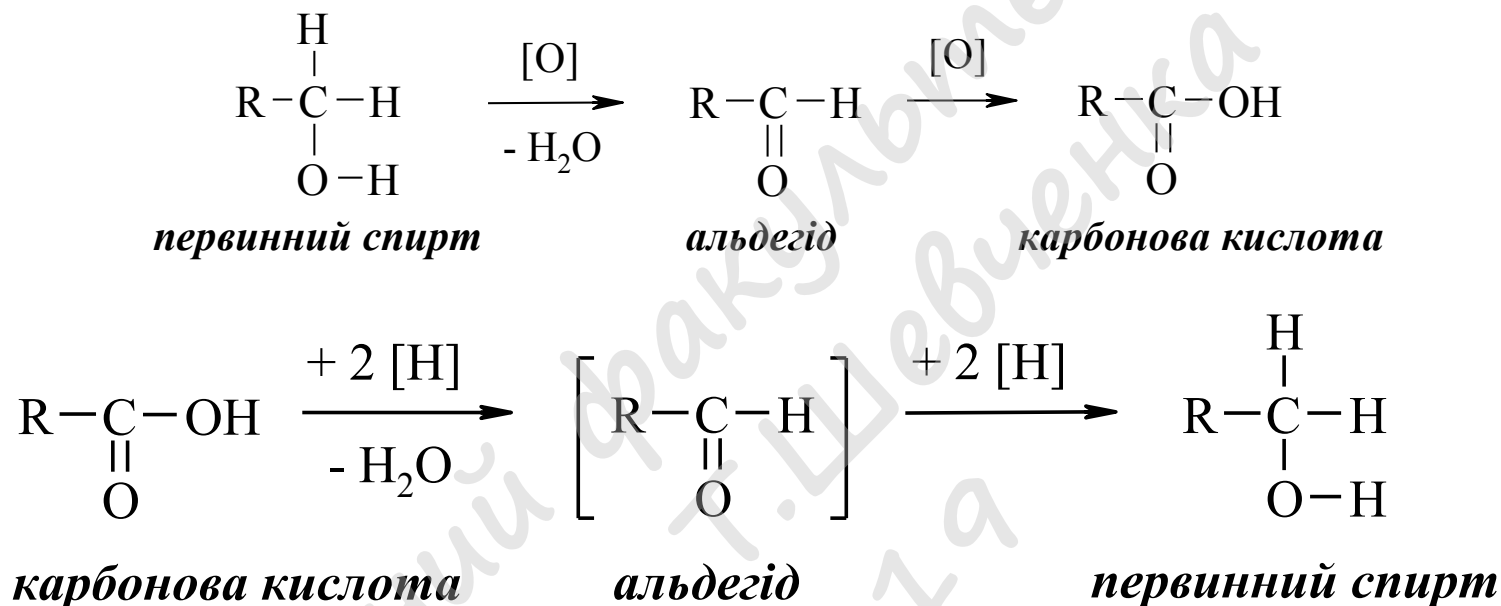
КЕВЛАР
(поліпарафенілен-
терефтал**амід**)



метиловий естер
пропенової кислоти
(метилакрилат)

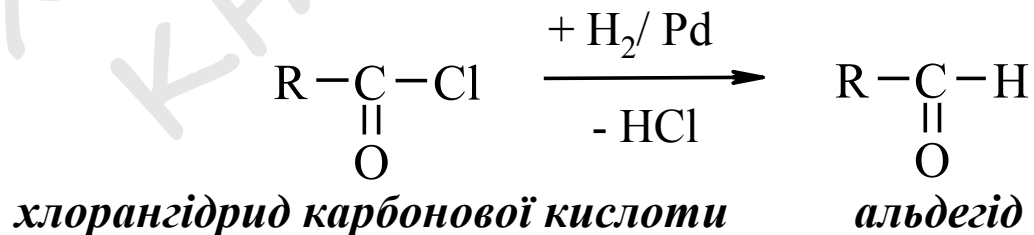


поліметилакрилат

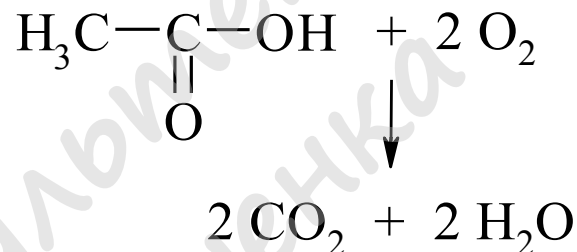


[H]: H_2/Pd (100°C, 80 атм) або LiAlH_4

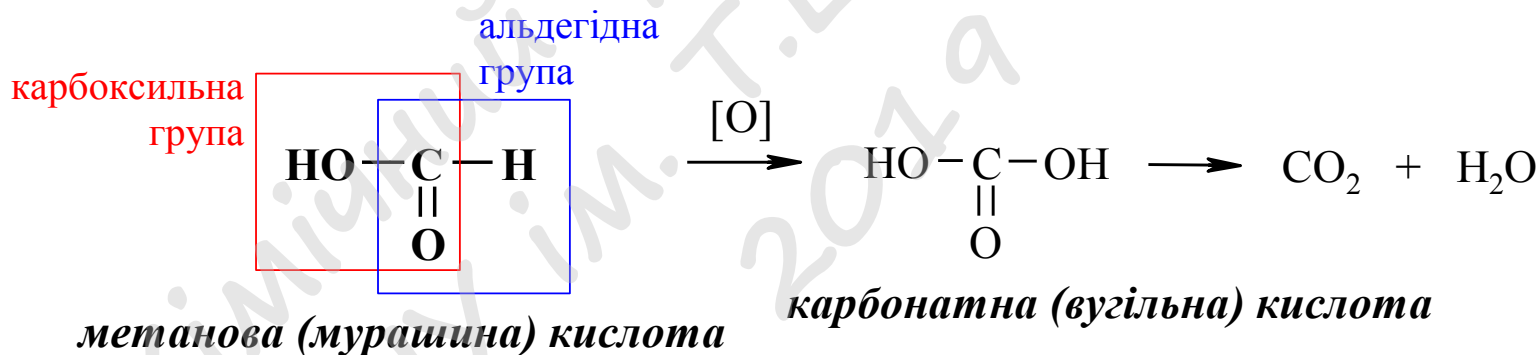
(за даних умов важко добути альдегід, бо він відновлюється швидше за кислоту)



Безводна оцтова кислота *горить*:



Метанова (мурашина) кислота легко окиснюється до карбонатної (вугільної) кислоти, тому дає якісні реакції, характерні для альдегідів (з Ag_2O , $\text{Cu}(\text{OH})_2$).

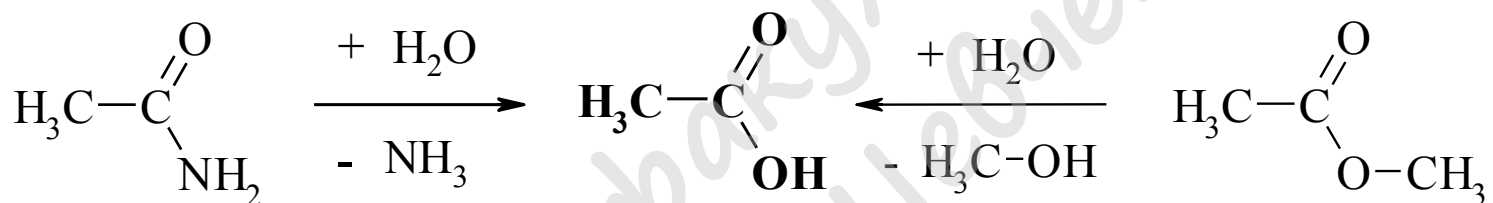


позитивна реакція
з реактивом Толенса



позитивна реакція
з реактивом Фелінга

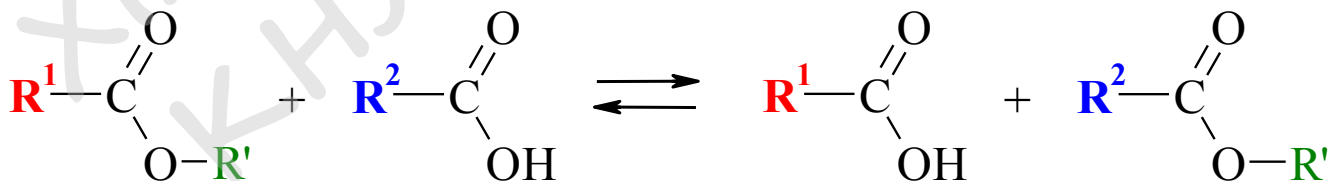
Гідроліз *естерів* та *амідів* з вивільненням *карбонових кислот* відбувається як у кислому, так і у лужному водному середовищі.

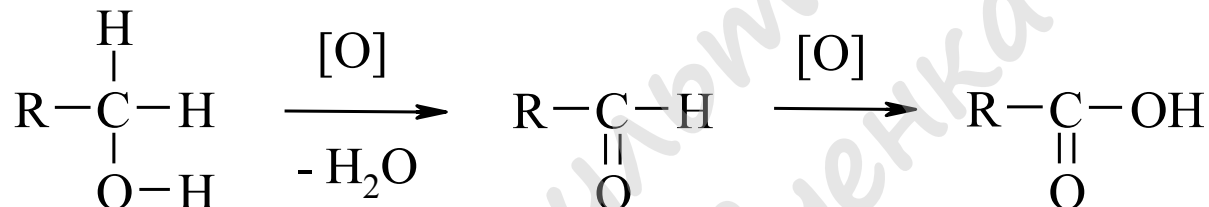


амід етанової кислоти
(ацетамід)

метиловий естер етанової кислоти
(метилацетат)

Аналогічним гідролізу є процес *переестерифікації*.



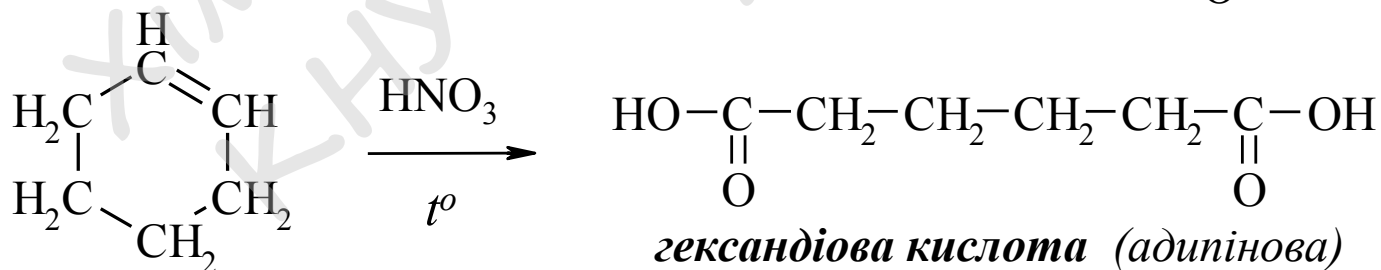
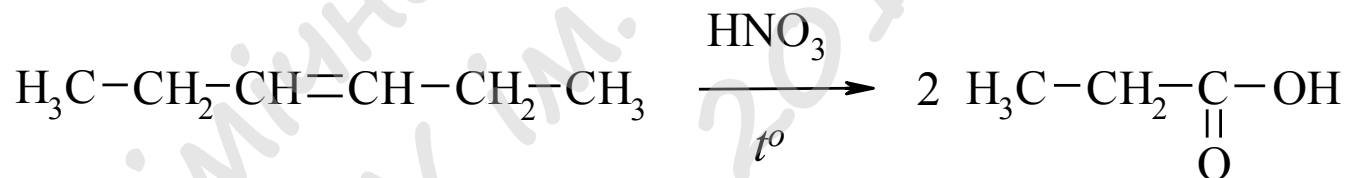


первинний спирт

альдегід

карбонова кислота

[O]: O₂, O₃, ROOH, KMnO₄, K₂CrO₇, HNO₃ тощо
(альдегіди окиснюються легше за спирти)

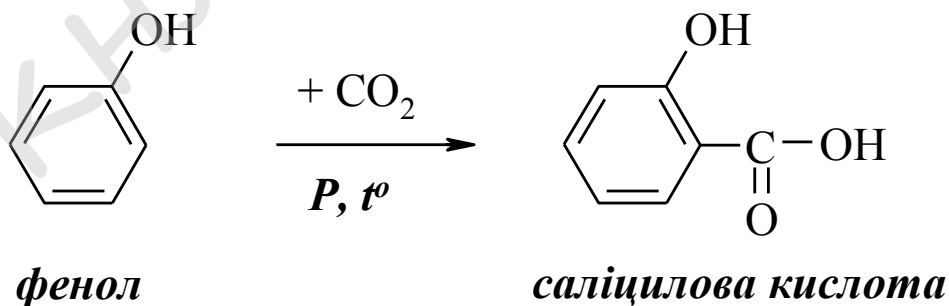


Ароматичні карбонові кислоти (бензойні) легко отримати окисненням бічних аліфатичних ланцюгів **алкілбензенів**.

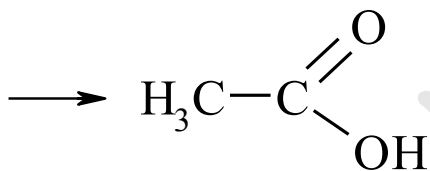


[O]: KMnO_4 , K_2CrO_7 , HNO_3 тощо

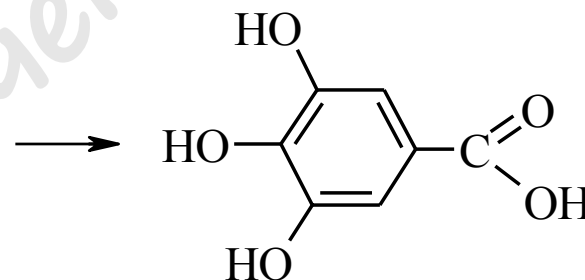
Ароматичні орто-гідроксикислоти (саліцилові) отримують карбоксилюванням **фенолів** (реакція Кольбе – Шмідта, відбувається в лужному розчині при нагріванні в автоклаві з надлишком CO_2).



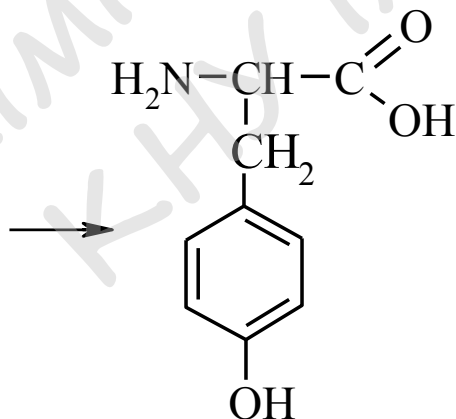
Із прокислої винної сировини виділяють харчову *оцтову кислоту*.



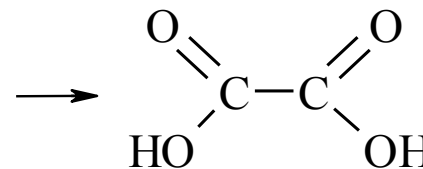
Із кінського щавлю можна добути *галову кислоту*.



Із молока можна виділити *тирозин*.



Внаслідок лужної деструкції деревини утворюється *щавлева кислота*.



The background of the slide is a microscopic image showing numerous spherical oil droplets of varying sizes, some with thin white borders, against a yellow-orange background. A white rectangular box is centered on the slide, containing the word "ЖИРИ" in bold black letters. A faint, diagonal watermark in light gray text is overlaid across the slide, reading "Хімічний факультет ЖНУ ім. Г.Шевченка 2019".

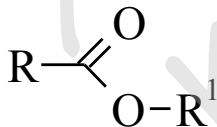
ЖИРИ

складні ліпіди
(містять залишки цукрів, фосфорної кислоти)

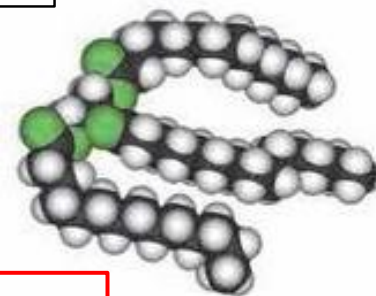
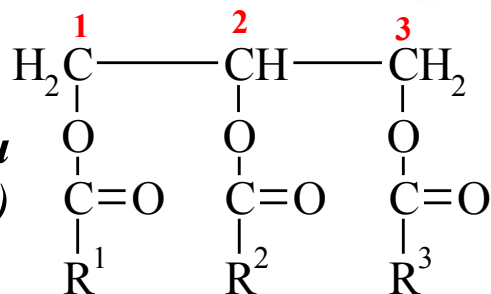
Ліпіди - жироподібні речовини,
похідні вищих карбонових кислот, альдегідів та спиртів
(кількість атомів Карбону, як правило, не менше 10)

прості ліпіди

воски (моноестери)



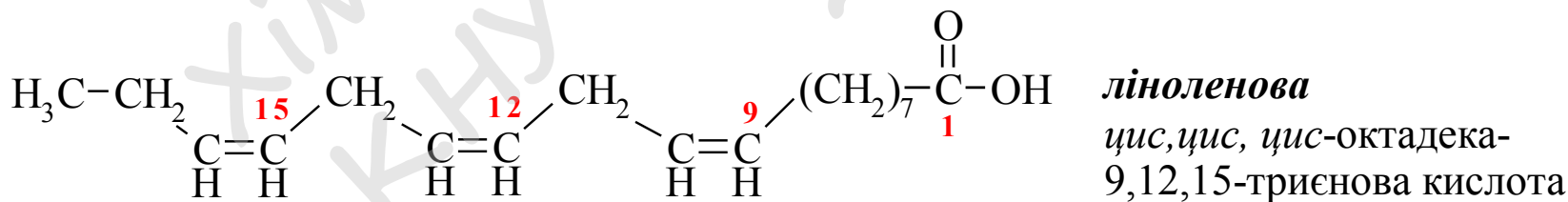
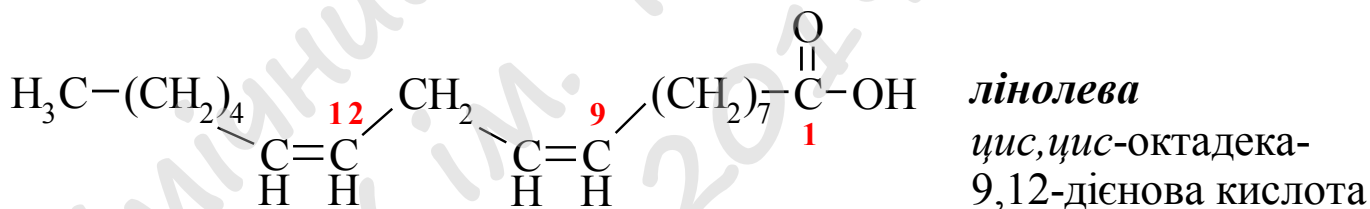
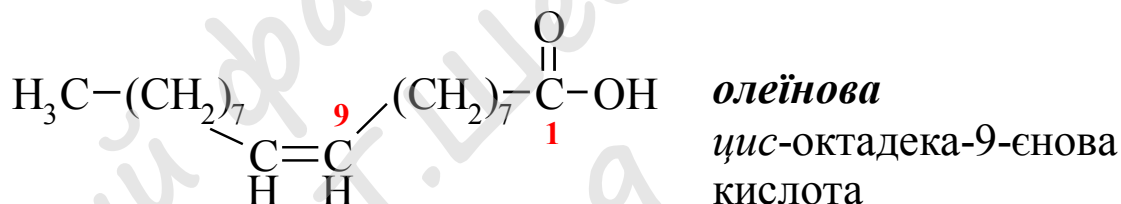
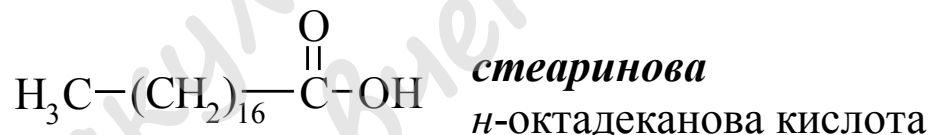
жири
(тригліцериди)



Природні жирні кислоти мають **парну** кількість атомів Карбону.

Ненасичені природні жирні кислоти мають **цис**-конфігурацію зв'язку C=C.

C₁₈



Лінолева та **ліноленова** кислоти – **незамінні** кислоти; вони не утворюються в організмі людини та вищих ссавців, а поступають з їжею.

Жири – легші за воду, нерозчинні у воді, розчиняються в багатьох органічних розчинниках. Є основою для побудови багатьох життєво необхідних молекул та важливим джерелом енергії (1 г – 37,7 кДж) для живих організмів.



До складу *жирів тваринного походження* входять переважно *насичені карбонові кислоти*.



Більшість тваринних жирів – *тверді* (але риб'ячий жир рідкий).



До складу *жирів рослинного походження* входять переважно *ненасичені карбонові кислоти*.

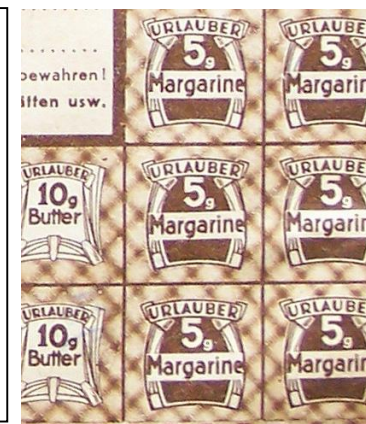
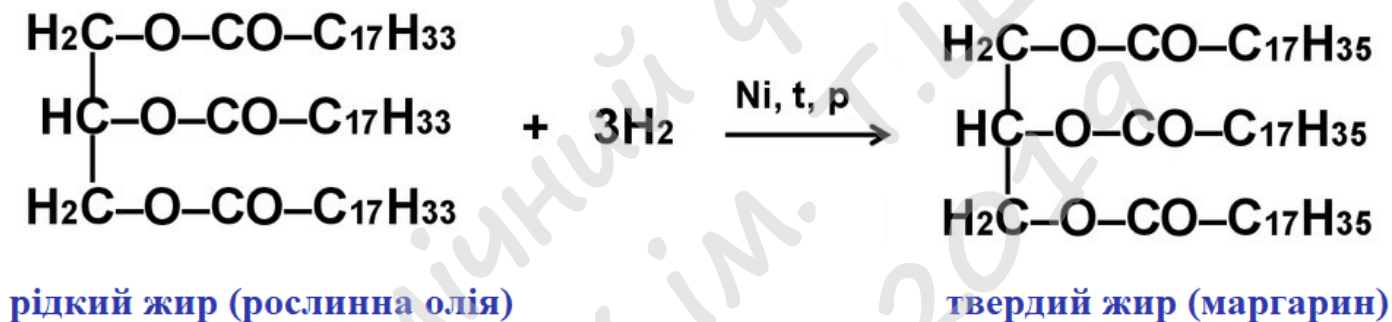


Більшість рослинних жирів – *рідкі* (але какао-масло тверде).

Маргарин – харчовий жир, високодисперсна жиро-водяна система, до складу якої входять харчові жири, молоко, сіль, цукор, емульгатори, ароматизатори тощо.

Основою маргаринів служать **гідрогенізовані рослинні олії**.

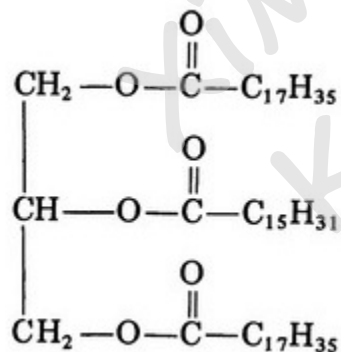
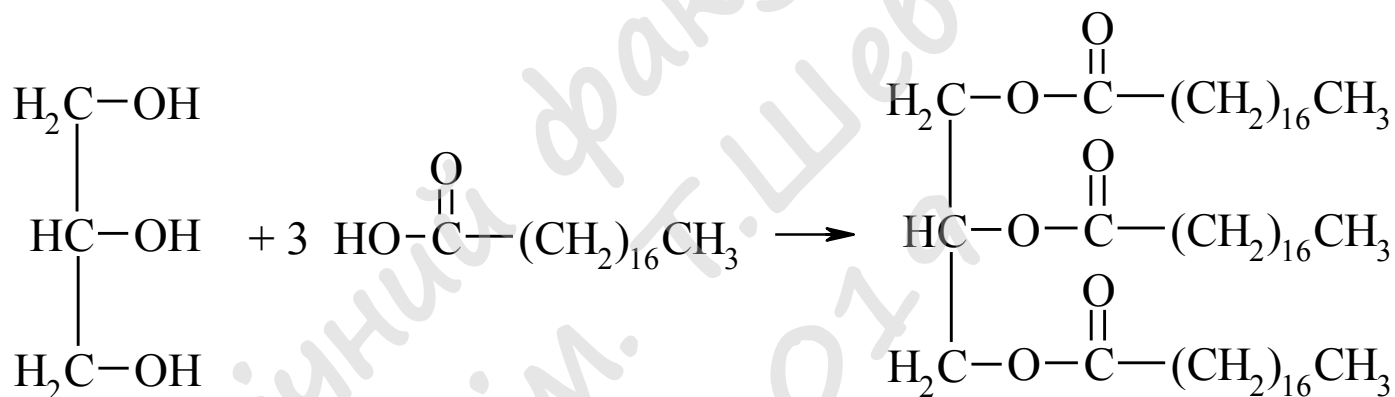
Маргарин є дешевим замінником вершкового масла.



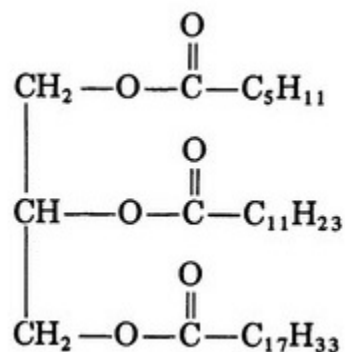
Шкідливу дію маргарину пов'язують із наявністю т.з. **транс-жирів**: під час **гідрогенізації** на каталізаторі може відбутися не лише насичення C=C **цис**-зв'язків, але й їх ізомеризація у більш стабільні **транс**-зв'язки.

Жири – естери, отже, можуть бути отримані шляхом естерифікації.

Першим таке перетворення здійснив французький хімік М. Бертло: він синтезував **тристеарат гліцерину** (1854 рік).



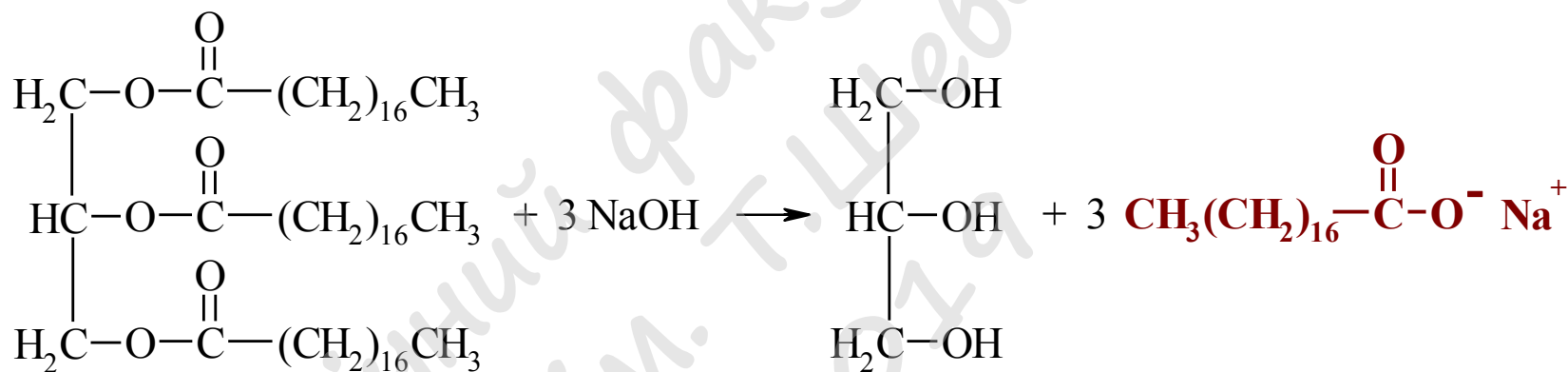
**2-пальмітил-
1,3-дистеарил-
гліцерин**



**1-капроїл-
2-лаурил-
3-олеїл-
гліцерин**

Лужний гідроліз естерних груп у складі жирів називають *омиленням*.

Так, внаслідок лужного гідролізу *тристеарату гліцерину* утворюється натрієва сіль стеаринової кислоти (натрію стеарат) – “*просте*” мило.



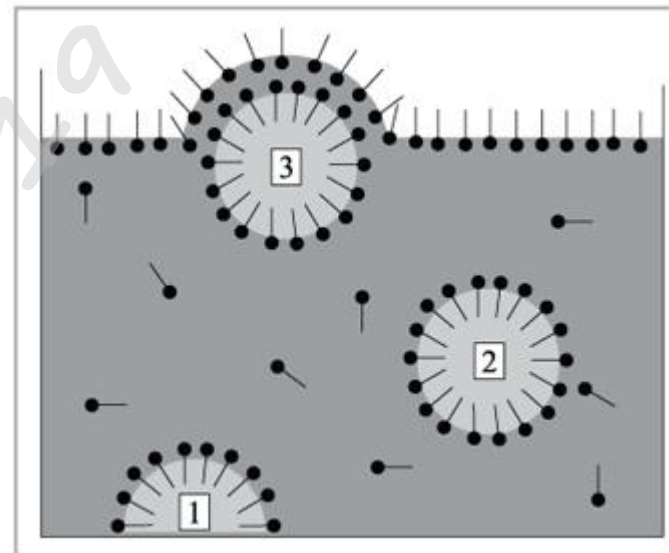
Солі вищих жирних кислот як *миючі засоби* були відомі людству ще в стародавньому Шумері в Вавилоні (близько 2800 р. до н. е.), а також у Стародавньому Єгипті та Римі.



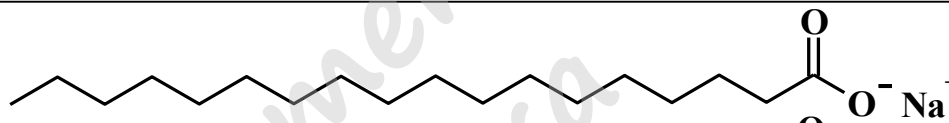
Стеарат натрію та інші речовини аналогічної будови відносять до **поверхнево-активних речовин** (ПАР): у двофазних системах із полярної та неполярної рідини (наприклад, бензен – вода) ПАР розташовуються на поверхні поділу фаз – солеподібна частина розташовується у полярній фазі, а довгий вуглеводневий фрагмент занурюється у неполярну.

Етапи миючої дії:

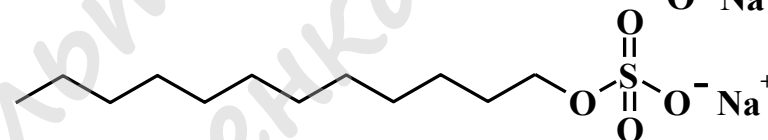
- 1) адсорбція молекул мила на поверхні забруднення;
- 2) відрив частинки забруднення;
- 3) забруднення на поверхні розчину (у піні).



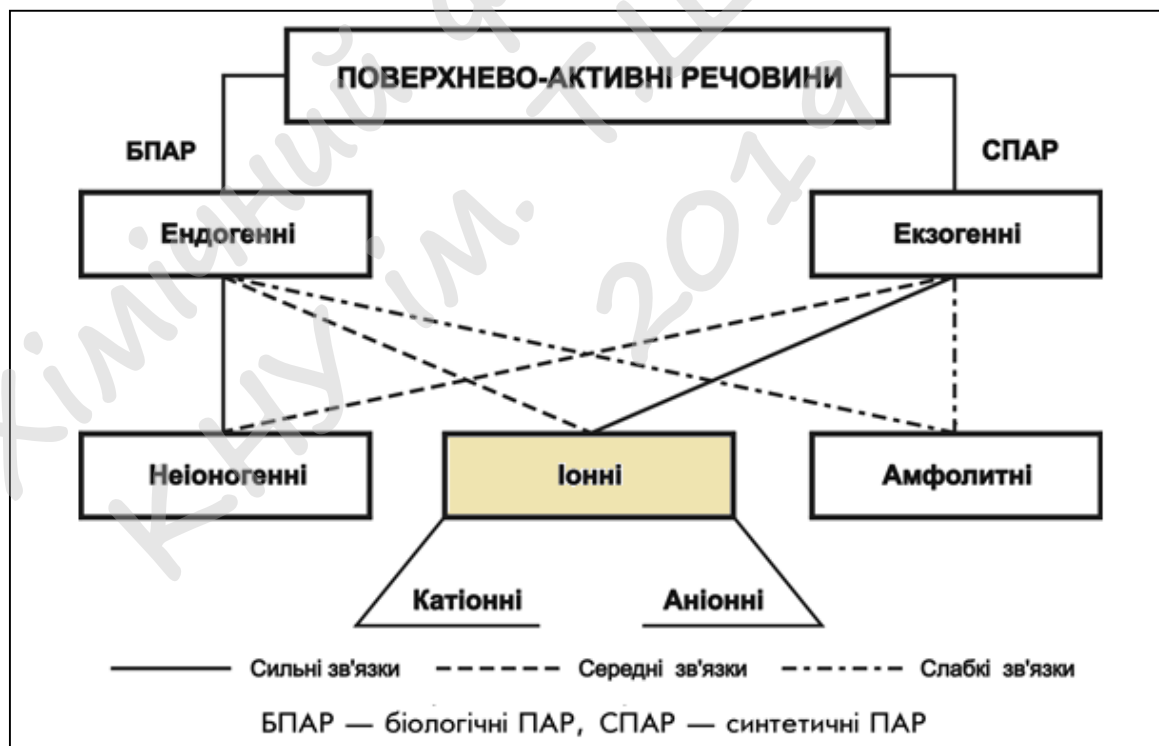
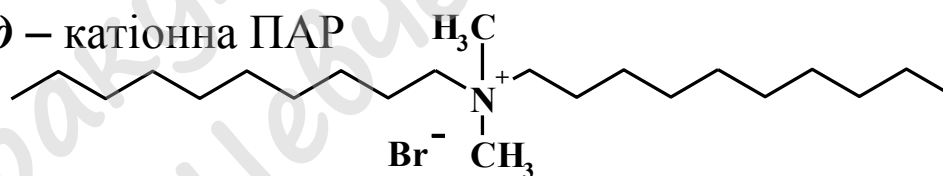
натрію стеарат – аніонна ПАР



натрію лаурилсульфат – аніонна ПАР



дидодецилдиметиламоній бромід – катіонна ПАР



метилглюкози діолеат –
нейоногенна синтетична ПАР

