

# ДОБУВАННЯ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН: ДИДАКТИЧНІ МАТЕРІАЛИ\*

Людмила ВЕЛИЧКО, доктор педагогічних наук, професор, завідувач відділу біологічної, хімічної та фізичної освіти Інституту педагогіки НАПН України

## Добування спиртів

Загальні методи	<p>1. Гідроліз галогенопохідних вуглеводнів:</p> $\text{R}-\text{CH}_2-\text{Cl} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{OH}^-} \text{R}-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{HCl}$ <p>2. Відновлення альдегідів:</p> $\text{R}-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{array} + \text{H}_2 \rightarrow \text{R}-\text{CH}_2-\text{OH}$
Метанол	Етанол
<p>1. Суха перегонка деревини</p> <p>2. Із синтез-газу:</p> $\text{CO} + 2\text{H}_2 \xrightarrow[\text{кат.}]{t, p} \text{CH}_3\text{OH}$	<p>1. Спиртове бродіння глюкози:</p> $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{CO}_2$ <p>2. Гідратація етилену:</p> $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{кат.}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$
Промислові методи	<p>Двохатомні спирти добувають окисненням етиленових вуглеводнів:</p> $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow[\text{H}_2\text{O}]{[\text{O}]} \begin{array}{l} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\   \quad   \\ \text{OH} \quad \text{OH} \end{array}$ <p>Гліцерол добувають омиленням жирів:</p> $\begin{array}{l} \text{CH}_2\text{OCOR} \\   \\ \text{CH}_2\text{OCOR} \\   \\ \text{CH}_2\text{OCOR} \end{array} + 3\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{NaOH}} \begin{array}{l} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} + 3\text{RCOOH}$
Лабораторний метод	<p>Гідроліз галогенопохідних:</p> $\begin{array}{l} \text{CH}_2\text{Cl} \\   \\ \text{CH}_2\text{Cl} \end{array} + 2\text{HON} \xrightarrow{\text{NaOH}} \begin{array}{l} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array} + 2\text{HCl}$

## Добування карбонових кислот

З природної сировини	<p>1. Окиснення етанолу (оцтовокисле бродіння):</p> $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{array} + \text{H}_2\text{O}$ <p>2. Виділення з продуктів термічного розкладу деревини</p>
Синтетичні методи	<p>1. Окиснення етанолу</p> $2\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{array} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{array}$ <p>2. Окиснення бутану:</p> $2\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + 5\text{O}_2 \rightarrow 4\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{array} + \text{H}_2\text{O}$

### Завдання

- Назвіть реакції, на яких ґрунтуються методи добування, наведені на схемах.
- Складіть власні схеми взаємозв'язку властивостей речовин і методів добування речовин, що ґрунтуються на цих властивостях.
- Наведіть схеми іменних хімічних реакцій, що лежать в основі методів добування етанолу й аніліну.
- Установіть відповідність між назвами речовин і способами їх добування.

### Назва сполуки      Спосіб добування

- |                  |   |
|------------------|---|
| <b>А</b> метанол | <b>1</b> дегідрокікляція гептану            |
| <b>Б</b> бензин  | <b>2</b> піроліз метану                     |
| <b>В</b> етин    | <b>3</b> бродіння глюкози                   |
| <b>Г</b> толуен  | <b>4</b> суха перегонка деревини            |
|                  | <b>5</b> виділення з кам'яновугільної смоли |

- Установіть відповідність між назвами речовин і сировиною для їх добування

### Назва сполуки      Сировина для добування сполуки

- |                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| <b>А</b> анілін             | <b>1</b> фенол       |
| <b>Б</b> хлороформ          | <b>2</b> метан       |
| <b>В</b> етанол             | <b>3</b> етен        |
| <b>Г</b> натуральний каучук | <b>4</b> нітробензен |
|                             | <b>5</b> ізопрен     |

- Укажіть дію, яку треба виконати, щоб добути з гомолога бензену сполуку, що її використовують як вибухівку

- |   |
|---|
| <b>А</b> подіяти хлором під дією світла |
| <b>Б</b> нагріти без доступу кисню      |

\*Закінчення. Початок див.: «Біологія і хімія в рідній школі». – 2021. – № 3.

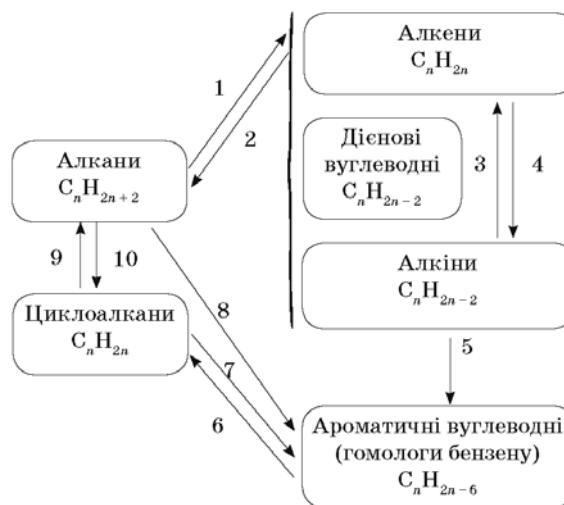
**В** подіяти розчином калій перманганату  
**Г** подіяти розбавленою нітратною кислотою

### Добування полімерних матеріалів

Поштовхом до розвитку виробництва синтетичних полімерних матеріалів став дефіцит природних матеріалів з відповідними властивостями. Довгий час полімери вважалися їхніми заміниками. Однак у наш час ці сполуки стали основою для створення принципово нових матеріалів з невідомим раніше комплексом властивостей, зокрема наповнених, або композиційних, полімерних матеріалів.

Використання наповнювачів дає змогу економити 20 – 25 % чистих пластмас (звичайні пластмаси, що їх вважають чистими, не є такими, оскільки містять стабілізатори, барвники та інші добавки). Як наповнювачі використовують речовини відносно інертні,

С х е м а 3



С х е м а 4



С х е м а 5



С х е м а 6



що поліпшують властивості полімеру, спрощують його обробку, здешевлюють виробу. Це різні мінеральні речовини, гази. Роль зв'язувального виконують органічні полімери. Прикладом наповненого полімеру є гума. Додаток сажі дає змогу підвищити міцність матеріалу, пружність, зносостійкість.

Змінюючи концентрацію наповнювачів, комбінуючи їхні види, можна значно змінювати властивості полімерних композитів. Наприклад, звичайному поліетилену бракує конструкційної жорсткості й формостійкості, а наповнений використовується у виробках конструкційного призначення: сантехнічних деталях, гофрованих

трубах тощо. Полістирол – крихкий матеріал, додаток 6–12 % каучуку підвищує його еластичність, удароміцність. Більшість пластмас – горючі. Це обмежує їх використання у будівництві, на транспорті. Застосування алюміній гідроксиду як наповнювача дає змогу позбутися такого недоліку (під час нагрівання він розкладається, виділяючи водяну пару).

Найпоширенішим наповнювачем є кальцій карбонат (у вигляді крейди, вапняку, кальциту). Як наповнювачі використовують також каолін, вулканічні породи, тальк, слюду, вугілля кокс, тирсу, відходи паперової промисловості, сільськогосподарського виробництва. Наприклад,

крейда є наповнювачем для лінолеуму, кабельного пластику з поліхлорвінілу.

Окрему групу наповнених пластмас становлять склопластики, в яких наповнювачем є скловолокно, а зв'язувальним – переважно терморезистивні пластмаси. Такі композити стійкі проти корозії, термо- і хімічно стійкі, протиударні, легкі, діелектричні. Вироби з них широко використовують у малому судно- й автомобілебудуванні, у будівництві трубопроводів.

Традиційним матеріалом для виготовлення труб вважається сталь. Проте виробництво і транспортування таких труб потребують великих затрат енергії, значними є й втрати від корозії. Цих недоліків позбавлені труби з пластмас. Термін експлуатації – 50 років, а на виробництво витрачається значно менше енергії, вони гнучкі, мають низьку теплопровідність. Виробляють їх із термопластів – полівінілхлориду, поліетилену, наповнених на 40 – 50 % (маси) мінеральними наповнювачами.

Наповнені пластмаси використовують як тепло- і звукоізоляційні матеріали. Високу якість мають пінопласти на основі полістиролу, поліуретану, фенолоформальдегідних смол. Дешевшим наповнювачем є повітря. Його використовують для виробництва т. зв. інтегральних пін, або конструкційних пінопластів. Вироби з них мають неоднорідну структуру: зовні суцільні (з монолітного полімеру), всередині – зі спіненого матеріалу. Це зумовлює підвищену жорсткість за малої густини. Найпоширеніші пінопласти виробляють на основі полістиролу. Використовуються вони в будівництві як замітники деревини, теплоізолятори й вирізняються водостійкістю, не вражаються грибами. Інтегральні пінопласти на основі полівінілхлориду використовують для виготовлення труб і будівельних конструкцій, облицювальних плиток.

Широке використання пластмасових виробів висунуло проблему їхньої утилізації, а отже, й охорони навколишнього середовища. Раніше вважали за доцільне спалювати їх або виробляти біоруйнівні пластмаси. Тепер йдеться про вторне використання відходів. Певну складність становлять терморезистивні смоли, що не розчиняються і не відновлюються до мономерів. Такі пластмаси можна використовувати як наповнювачі полімерних композитів.

### Наноматеріали

На думку дослідників, головним полігоном діяльності науки в XXI ст. стане наносфера. Виникли нові галузі – нанонаука, наноінженерія, нанотехнологія, наноелектроніка, нанохімія. Нанотехнологія є способом створення наноструктур з необхідними характеристиками. Ви знаєте, що префікс *нано-* позначає одну мільярдну

частину метра ( $10^{-9}$ ), отже, розмір наночастинки сумірний з розміром атомів і молекул. Довжини ковалентних зв'язків в органічних сполуках вимірюються в частках нанометрів.

Наноструктури складаються з десятків або сотень атомів, а матеріали, побудовані з них, мають виняткові властивості, небачені у природі. Зменшення розміру структурних частинок спричиняє зміну кристалічної структури, а отже, передусім фізичних властивостей речовин: температур плавлення, кипіння, тепло- й електропровідності, оптичних і магнітних властивостей. Змінюється й реакційна здатність речовин. Отже, за певного критичного розміру частинок виникають властивості, відмінні від властивостей речовини в об'ємній фазі. При цьому виявляються квантово-механічні ефекти, і класичні фізичні закони поступаються законам квантової механіки.

Відомо багато речовин у нанокристалічному стані та матеріалів на їхній основі: металів, сплавів, карбонових сполук. На уроках органічної хімії ви розглядали, наприклад, карбонові нанотрубки – найтонші й найміцніші трубки у світі. Поперечний переріз нанотрубок становить від 0,7 до 25 – 30 нм. Стінки трубок сітчасті, побудовані з шестигранних комірок, утворених атомами Карбону, як у графіту. Можна припустити, що атоми Карбону перебувають у нанотрубках, як і в графіті, у стані  $sp^2$ -гібридації.

Крім унікальних напівпровідникових властивостей нанотрубки мають велику гнучкість і міцність (завдяки міцним міжатомним зв'язкам і водночас ажурній структурі, отже, низькій густині), а також хімічну інертність. Вироби з них будуть надміцним й надлегкими.

Практичне значення наноматеріалів важко переоцінити, особливо в галузі інформаційних технологій і лазерної техніки, як носіїв інформації з надвисокою щільністю запису.

Нанотехнології на лише дають змогу отримати унікальні матеріали, вони змінюють наукові уявлення про навколишній світ на атомному й субатомному рівнях. Наносполуки є виявом залежності властивостей речовин від розмірів (масштабу) структурних частинок, між якими діють як ковалентні, так і нековалентні сили.

Вивчення механізмів поведінки наносполук слугує розкриттю процесів функціонування живих організмів на молекулярному рівні, а це дасть змогу піднести на новий якісний рівень діагностику й лікування від хвороб.

### Біотехнологічні методи добування органічних речовин

Для добування органічних речовин крім синтезу й виділення з природної сировини існують

і методи біотехнології, що полягають у використанні живих організмів і біологічних процесів та ґрунтуються на досягненнях біологічних, хімічних і технічних наук. Подібні методи відомі людству здавна: це виготовлення кисломолочних продуктів, вина, пива, оцту, дріжджового тіста.

У наш час добування таких цінних продуктів, як вакцини, антибіотики, вітаміни, гормони, ферменти, кормовий білок, спирти, кислоти й такі важливі процеси, як переробка сільськогосподарських, промислових і побутових відходів, очищення і використання стічних вод, стали можливими завдяки методам біотехнології.

Наприклад, етанол (т. зв. біоетанол) можна виробляти з целюлозовмісних відходів — бадилля рослин, тирси, мулу. Такий продукт використовують як добавку до пального. З дешевих жирів, наприклад олії ріпаку, добувають біодизельне пальне, що за хімічною природою є сумішшю естерів. Біогаз утворюється внаслідок переробки відходів певними видами бактерій і складається на 60 % з метану. Такий продукт можна використовувати для опалення і до того ж утилізувати відходи сільського господарства, переробки риби і м'яса, молока, побутові відходи, що в іншому разі перегнивають, забруднюючи атмосферу.

Нині біотехнологія дає змогу швидко й ефективно впроваджувати досягнення науки в матеріальне виробництво. Вже налагоджено виробництво фізіологічно активних речовин білкової та іншої природи для медичних і сільськогосподарських потреб (генна індустрія ДНК). Найближчим часом можна буде частину органічної сировини добувати за допомогою біотехнологічних процесів. Створення нових мікроорганізмів дасть змогу виробляти пластмаси з природних цукрів, збагачувати руди цінних металів, зв'язувати азот повітря у сполуки, що засвоюються рослинами.

Біохімічне виробництво має значні переваги:

- синтез складних продуктів відбувається у порівняно м'яких умовах (не потребує високих температур, тиску, вакууму);
- вихідна сировина – це доступні й дешеві технічні речовини: вуглеводні нафти, природний газ, спирти, відходи лісової, деревообробної, харчової промисловості й сільськогосподарського виробництва;
- біохімічний процес не залежить від ґрунтів, кліматичних умов, погоди і може бути реалізований у будь-якому географічному регіоні;
- можна добувати речовини, синтез яких сьогодні неможливий або надто складний і дорогий (вітамін В<sub>12</sub>, ферменти, антибіотики);
- технологічний процес безперервний, легко механізується й автоматизується, не дає шкідливих викидів.

Розглянемо приклад біохімічного синтезу кормового білка з вуглеводнів нафти. Сировиною є очищені рідкі парафіни, що їх виокремлено з нафтових фракцій (230 – 265 °С). Основні стадії біохімічного виробництва такі:

- а) підготовка живильного середовища і мікроорганізмів;
- б) вирощування біомаси;
- в) виділення й промивання добутої біомаси від культуральної рідини;
- г) концентрування й сушіння біомаси.

За подальшої переробки біомаси одержують високопоживний кормовий продукт – білково-вітамінний концентрат. Включення його до раціону сільськогосподарських тварин дає змогу заощадити значну кількість урожаю зернових і бобових культур, значно збільшити вихід тваринницької продукції.

### **Завдання**

1. Поясніть значення розвитку біотехнології для розв'язування такої глобальної проблеми, як нестача продовольства.

2. Чим завдячує охорона здоров'я методам біотехнології?

3. Скористайтесь додатковою літературою й поясніть переваги і ризики виробництва біодизеля.

### **Охорона навколишнього середовища від забруднень під час переробки й транспортування вуглеводневої сировини та використання продуктів переробки й органічного синтезу.**

#### **Завдання**

1. Наведіть приклади забруднення довкілля внаслідок транспортування продуктів переробки нафти.

2. Що таке стійкі органічні забруднювачі?

3. Які екологічні проблеми пов'язані із застосуванням хімічних засобів захисту рослин? Як уникнути цих проблем?

4. Поясніть, як ви розумієте зміст гасла «Думати глобально, діяти локально» стосовно хімічних забруднювачів довкілля.

5. До яких дій ви вдаєтесь, щоб уникнути забруднення довкілля виробами з поліетилену?

6. Підготуйте повідомлення про альтернативні джерела енергії.

7. Під час роботи двигунів внутрішнього згоряння в атмосферу потрапляє велика кількість карбон(IV) оксиду та інших газів. Укажіть, які можуть бути наслідки постійного зростання кількості автомобілів для навколишнього середовища.

**А** утворення смогу

**Б** випадіння надлишкових опадів

**В** руйнування озонового шару

**Г** виникнення парникового ефекту