

Валюк В.Ф.

к. хім. н.,

*Уманський державний
педагогічний університет*

імені Павла Тичини

ВСТУП ДО НАУКОВОЇ РОБОТИ З ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ

У статті розглядаються основні принципи планування науково-дослідної роботи в лабораторії органічної хімії та підготовка до її виконання.

The article deals with the basic principles of planning of research work in the laboratory of organic chemistry and preparation for its implementation.

Науково-дослідна робота студентів органічно входить у систему навчальних і позанавчальних занять. Вона передбачає опрацювання науково-дослідних тем у ході виконання курсових і дипломних робіт та під час підготовки до лабораторних і практичних занять, спецпрактикумів, спецсемінірів. За характером досліджень, що виконуються, передбачається інформаційний пошук і реформування, експериментальні дослідження. Якісне проведення студентської науково-дослідної роботи повинно забезпечуватись нормативно-законодавчими документами, серед яких Закони України “Про наукову і науково-технічну діяльність” (1999р.), “Про вищу освіту” (2002р.), “Національна доктрина розвитку освіти” (2002р.) та ін.

При плануванні науково-дослідної роботи на весь період навчання студента слід дотримуватися принципу наступності. Доцільно проводити студентські наукові семінари, які дозволяють розширити кругозір студентів, навчити їх викладати і захищати свої думки, а також здійснювати контроль за ходом дослідної роботи. На семінарах, спецсемінарах заслуховуються реферати або огляди літературних джерел за темою дослідження, плани і методики проведення дослідження, огляди з окремих питань, що

доповнюють зміст лекцій, спецкурсів; звіти студентів про виконані дослідження.

Цю статтю присвячено проблемі підготовки студентів до виконання самостійних досліджень за певною тематикою з органічної хімії, до наукових робіт за обраною спеціалізацією, а в перспективі – до розв’язання проблем, які виникатимуть у них як у молодих спеціалістів-хіміків.

Стрімкий розвиток органічної хімії, що супроводжується появою величезної кількості нових речовин, визначає необхідність пізнання й удосконалення прийомів науково-дослідної роботи. Основні підходи до проведення хімічного дослідження висвітлюються в наукових роботах багатьох вчених-хіміків (Ганущак М.І., Іщенко О.О., Комаров І.В., Корнілов М.Ю., Ластухін О.Ю., Хиля В.П.) [4, 2]. Аналіз наукової літератури свідчить про те, що науково-дослідна робота – це основа самостійного наукового дослідження в обраній галузі. Кожному студентові, який проводить наукове дослідження, слід ознайомитися з технікою наукового пошуку, що здійснюється на лабораторному столі, за спеціальною літературою, і в міркуваннях науковців. Ретельність і неупередженість під час збору та реєстрації експериментальних даних, їхня незалежна перевірка є наріжним каменем науки.

Заняття в науковому гуртку з органічної хімії є вступом до науково-дослідної роботи і повинні навчити студента самостійно вирішувати поставлені перед ним завдання, підготувати його як обізнаного та кваліфікованого спеціаліста. Поєднання всієї сукупності знань, експериментальних даних, узагальнень і припущень на основі логічного роздуму дає змогу побудувати теоретичні узагальнення, які просувають уперед науковий спосіб організації пізнання, що, в першу чергу, стимулює подальший розвиток дослідження.

У процесі вивчення органічної хімії за кредитно-модульною системою навчання студенти виконують індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ), що включає розробку і проведення синтезу заданої органічної сполуки за опублікованими в хімічній літературі даними. Завдання студента полягає в тому, щоб, користуючись довідковою літературою, реферативними журналами та періодичними виданнями, знайти можливі методи синтезу, проаналізувавши їхні недоліки та переваги й, обравши оптимальну методику, провести практичне виконання синтезу заданої речовини в лабораторії.

При виконанні курсової чи дипломної роботи, студенти проводять

експериментальні науково-дослідні дослідження, які полягають у розробці і проведенні синтезу неописаної у літературі органічної сполуки, використовуючи вміння, знання і навички, отримані під час вивчення загального курсу з органічної хімії та спецкурсів. Ця робота також пов'язана з літературним пошуком описаних методів синтезу для аналогічних сполук, їхнім детальним аналізом та розробкою методів синтезу для одержання заданої органічної сполуки.

Виконання науково-дослідної роботи включає три основні етапи.

Перший етап - ознайомча частина. На цьому етапі студент повинен чітко сформулювати та усвідомити мету роботи, з'ясувати клас сполук, до якого належать задані речовини, загальні і найважливіші методи синтезу, хімічні властивості та застосування цього класу сполук.

Другий етап – літературний огляд методів одержання сполук, які необхідно синтезувати згідно з завданням. Перед тим, як приступити до виконання цього етапу роботи, слід серйозно опрацювати довідкову і реферативну літературу з органічної хімії.

Третій етап – безпосереднє практичне виконання роботи – синтез заданих органічних препаратів, проведення експериментальних досліджень, систематизація та узагальнення одержаних результатів.

Під час виконання науково-дослідної роботи в лабораторії органічної хімії можуть виникнути дві ситуації.

Перша – необхідність синтезу невідомої речовини заданої структури або з певними хімічними властивостями.

Друга – вивчення властивостей реакції, розробка поставленого завдання, для виконання якого слід звернутися до довідкової літератури, щоб ознайомитися з опублікованим з даного питання матеріалом.

Проведення будь-якого експерименту або синтезу базується на використанні досвіду, накопиченого раніше іншими дослідниками. Тому, перш ніж приступати до експериментальної роботи, студент повинен навчитися працювати з довідковою і науковою літературою. Усі джерела наукової інформації з хімії підрозділяють на два типи: первинні і вторинні. До первинних джерел відносять оригінальні статті в журналах і збірниках наукових статей, а також патенти. Вторинні джерела інформації – це оглядові статті і монографії з окремих аспектів органічної хімії, посібники, довідники і реферативні журнали. Використання вторинних джерел інформації значно

полегшує літературний пошук, дає можливість отримати необхідні відомості про способи одержання, фізичні і хімічні властивості досліджуваної речовини, а також про стан проведення досліджень у цій галузі. Крім того, вторинні видання доступніші широкому колу, особливо нині, коли багато видань виходять в електронному вигляді (компакт-диски) або є доступними завдяки мережі Internet.

Якщо потрібно знайти найефективніший метод синтезу заданої речовини, слід насамперед вписати брутто-формулу цієї речовини і її назви за різними номенклатурами – систематичною номенклатурою IUPAC, радикально-функціональною, тривіальною (при цьому треба враховувати як російське, так і англійське та німецьке написання назв, оскільки основна довідкова література видана саме цими мовами). Брутто-формули в довідковій літературі подають за двома системами – системою Ріхтера, у який прийнята така послідовність елементів: C, H, O, N, Cl, Br, I, F, S, P, та системою Хілла, за якою спочатку вказуються атоми Карбону, потім – Гідрогену, решта елементів вказується в алфавітному порядку [5]. Простіші органічні сполуки, їхні основні фізико-хімічні характеристики та хімічні перетворення можна відшукати за брутто-формулою або за назвою у довідниках.

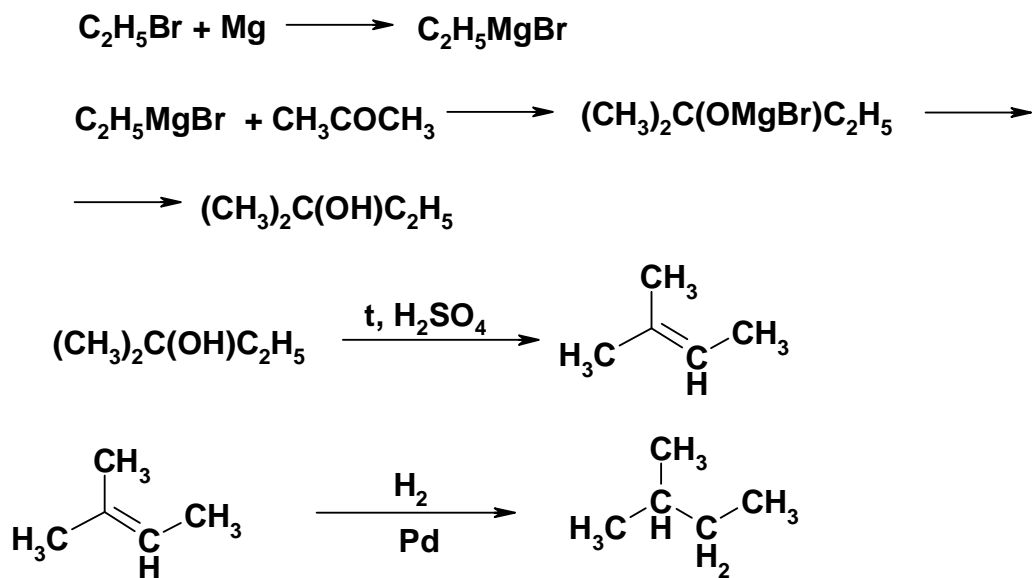
Після ознайомлення з усіма описаними методиками синтезу та критичного аналізу слід вибирати оптимальну методику з урахуванням доступності реагентів, затрати часу, виходу кінцевого продукту, наявності необхідного обладнання, вимог техніки безпеки. У всіх випадках найліпшим слід вважати метод, який передбачає використання доступних реактивів, дає змогу одержати продукт на основі найпростішого обладнання і умов реакції з високим виходом і з невеликими затратами часу.

Особливістю взаємодії органічних речовин є неоднозначність процесів, можливість перебігу побічних реакцій, особливо при одержанні поліфункціональних органічних сполук. Суміші органічних сполук, що утворюються в процесі таких реакцій, іноді досить важко піддаються очистці. У такому випадку переваги одностадійного методу одержання заданого препарату можуть бути зведені нанівець труднощами його виділення та очищення. У таких випадках, якщо це можливо, перевагу слід надати складнішому багатадійному синтезу, але який дає змогу отримати відносно індивідуальний препарат або суміш речовин, які легко піддаються очистці (різко відмінні за температурами кипіння або розчинністю речовини).

Наприклад, найпростішим методом одержання ізопентану можна

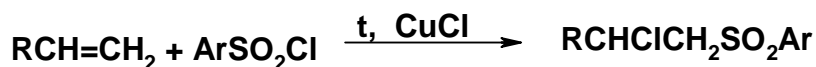
вважати реакцію В'юрца з використанням доступних галогеналканів і металічного натрію: $(\text{CH}_3)_2\text{CHBr} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br} + \text{Na} \rightarrow (\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3 + \text{NaBr}$

Проте, крім ізопентану, в цій реакції утворюються н-бутан, 2,2-диметилбутан, у невеликій кількості можуть утворюватися пропен і полімерні продукти [5]. Тому зручнішим можна вважати багатостадійний синтез ізопентану за схемою:



Вибираючи метод синтезу заданого препарату слід обов'язково врахувати властивості побічних продуктів і відходів. Потрібно уникати синтезів, у процесі яких, крім цільового продукту, утворюється значна кількість отруйних речовин або побічних сполук, які важко піддаються утилізації (HCN , SO_2 , Cl_2 , та ін.).

Більш складне завдання, що стоїть перед дослідником, - це розробка методу синтезу невідомого препарату. У такому випадку можна скористатися методом аналогій. Слід пам'ятати, що хоча тут і не можуть бути використані відомі конкретні методики, проте можна використовувати відомі синтетичні прийоми, розроблені для синтезу інших, але близьких за структурою сполук. Зокрема, відомо, що жирно-ароматичні сільфони типу $\text{RCHClCH}_2\text{SO}_2\text{Ar}$ можна одержати за реакцією:



Можна з певною достовірністю стверджувати: поки що невідома сполука $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHClCH}_2\text{SO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{CH}_2\text{CHClC}_6\text{H}_5$ може бути отримана в умовах, близьких для отримання сполуки $\text{C}_6\text{H}_5\text{CHClCH}_2\text{SO}_2\text{C}_6\text{H}_5$ [3]

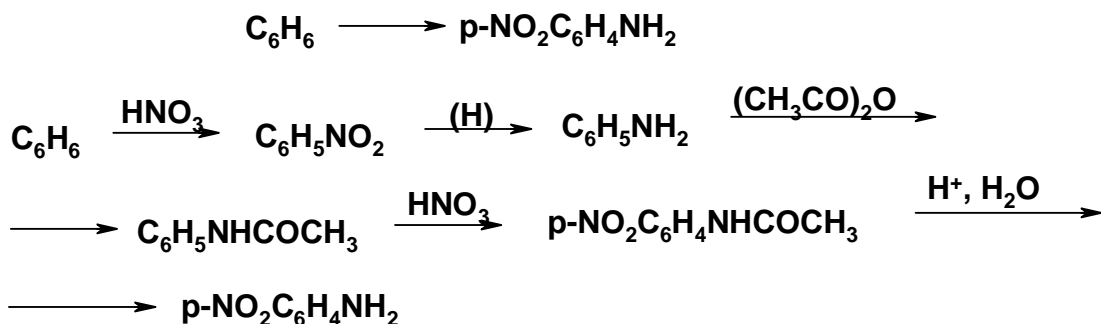
Слід пам'ятати, що метод аналогій не завжди дає позитивні результати. Так метан з непоганим виходом можна одержати, сплавляючи ацетат натрію з лугом:



Проте не вдається одержати за цією реакцією пропан, бутан та інші насичені вуглеводні [5].

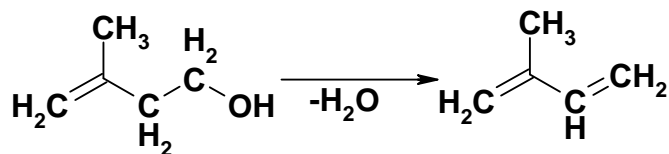
Органічний синтез – це конструювання молекули певної будови, яке включає ряд послідовних перетворень функціональних груп. Існує два принципові підходи до побудови схеми синтезу.

Перший підхід – «від вихідної речовини» – включає цілеспрямоване ускладнення структури вихідної речовини в бік кінцевого продукту на основі введення функціональних груп [3]. Наприклад:

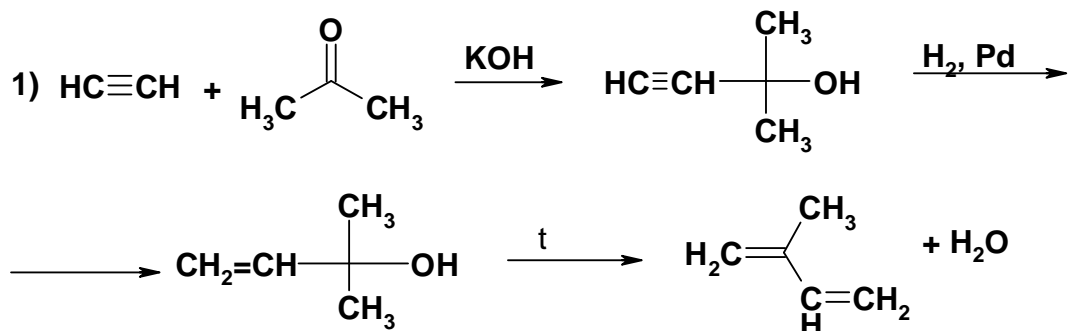


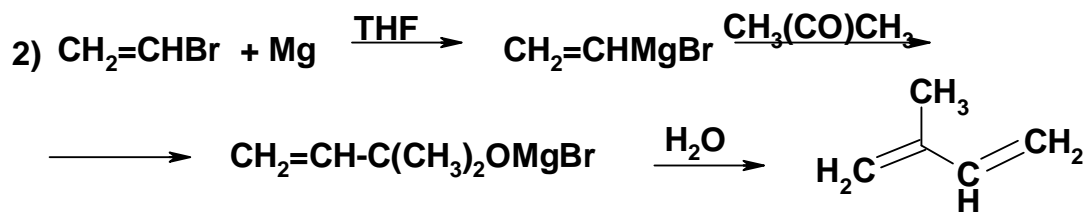
Другий підхід – «від кінцевого продукту» – є зручнішим і частіше використовується на практиці під час побудови схеми синтезу.

Наприклад, потрібно одержати ізопрен.



Можна запропонувати такі два шляхи:





Проаналізувавши методи проведення перетворень, доступність вихідних реагентів, можна надати перевагу другому способу.

Складання схеми синтезу «від кінцевого продукту» не лише простіше, а й втрачає невизначеність, характерну для методу «від вихідного продукту» в силу багатоваріантності шляхів одержання того чи іншого препарату при реалізації багатостадійного синтезу.

Опис процесу синтезу повинен являти собою більш уточнену методику, аніж наведена у статті, і дати змогу повністю відтворити дослід. Він повинен містити дуже конкретний і лаконічний опис установки, на якій проводилися дослідження, або схему приладу. Обов'язково треба вказати величину наважок реагентів, тривалість синтезу, температуру та тиск, при яких проводився експеримент. Далі наводять стислий, але повний опис послідовності операцій.

Особливу увагу потрібно приділяти способам виділення та очистки продуктів реакцій, обов'язково вказуючи вихід неочищеного препарату. Якщо одержана речовина рідина, то вказується спосіб фракціонування з описом приладу (з дефлегматором, насадкою, ректифікаційною колоною тощо), з якого вона проводилася. На кожній стадії вказують кількість виділених фракцій, їхні вагові кількості та константи ($T_{\text{кип.}}$, °C). Для твердої речовини також вказують спосіб виділення та очистки (кристалізація, осадження, сублимація, хроматографування) із зазначенням використаного розчинника та його кількості на кожній стадії. Обов'язково вказують температуру топлення речовини як неочищеної, так і після кожної кристалізації [7].

Чистоту утворених продуктів встановлюють хроматографічним методом (методом тонкошарової хроматографії на незакріпленому шарі Al_2O_3 чи пластинках Silufol з різної системи елюентів). При цьому для чистої речовини слід вказати R_f та систему розчинників і їхніх співвідношень [6].

Для речовини, виділеної у чистому вигляді, наводять усі константи ($T_{\text{кип.}}$, $T_{\text{топ.}}$). Там де константи можуть залежати від умов визначення, необхідно зазначати умови досліджень (температура, при якій вимірювалися густина та показник заломлення, тиск, при якому проводили вакуумну перегонку; розчинник, з якого кристалізували речовину або яким проводили елювання при хроматографічній очистці) [2].

Звітуючи про виконану роботу, студент вказує завдання, що стояло перед ним, коротко характеризує стан досліджуваного питання за літературними джерелами, розповідає про методику дослідження, повідомляє про результати експериментів з додаванням відповідних таблиць, діаграм, графіків, малюнків, фотографій та пояснення до них, робить висновки.

Науково-дослідна робота створює умови для виявлення кожним студентом своїх науково-дослідницьких і пошукових здібностей і обдарувань, формує навички науково-організаційної та педагогічної діяльності, готує резерви кадрів для викладацької та наукової роботи в майбутньому, забезпечує безперервність ланцюжка: активний студент-дослідник – обдарований магістрант – талановитий аспірант – видатний науковець.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ганущак М.І., Кириченко В.І., Клим М.І., Обушак М.Д. Будова і реакційна здатність органічних сполук. – К: НМК ВО, 1992. – 216 с.
2. Гордон А., Форд Р. Спутник химика. – М.: Мир, 1976. – 541 с.
3. Днепровский А.С., Темпикова Т.И. Теоретические основы органической химии. – Л.: Химия, 1991. – 560 с.
4. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. – Львів: Центр Європи, 2001. – 864 с.
5. Робертс Дж., Кассерио М. Основы органической химии: В 2 ч. – М.: Мир, 1998. – Ч.1. – 842 с.; Ч.2. – 888 с.
6. Смолина Т.А., Васильева Н.В., Куплетская Н.Б. Практические работы по органической химии. Малый практикум. – М.: Просвещение, 1986. – 254 с.
7. Титце Л.Т. Препаративная органическая химия: Реакции и синтезы в практикуме органической химии и научно-исследовательской лаборатории: Пер. с нем. – М.: Мир, 1999. – 704 с.

