

явищ [3]. STEM-лабораторії – це не тільки обладнання, а насамперед можливість формування певних сучасних компетентностей у дітей. Можливо, для багатьох шкіл найкращим варіантом буде віртуальний STEM-центр Малої академії наук України, де надають дистанційну й очну фахову методичну і технологічну допомогу в організації STEM-навчання учнівської молоді України [2].

Проектна діяльність закладає основи формування навичок співпраці, демонструє учням широкі можливості спільного діяльності (визначення мети, вибору оптимальних засобів її досягнення, складання плану виконання проєкту, розподілу завдань і обов'язків, проведення спільних презентацій власних проєктів).

Таким чином, у процесі вивчення природничих дисциплін школярами педагогу необхідно особливу увагу приділяти визначенню доцільних методів, форм і засобів навчання, які інтегрують знання, а також формуванню в здобувачів освіти цілісних знань про природу на основі загальних закономірностей, які краще засвоюються через STEM-освіту.

#### **Список використаних джерел**

1. STEM-освіта. *Інститут модернізації змісту освіти*. URL: <https://bit.ly/2STAjCd> (дата звернення – 23.03.2023).
2. Що таке STEAM і з чим його «ідять» в Україні? Підсумки майстерок EdPro на основі запитань освітян. *EdPro*. URL: <https://bit.ly/3ANiKKO> (дата звернення – 24.03.2023).
3. Ярусевич О. Що таке STEM-освіта та як впровадити її в навчальний процес? *ВУКІ. Новини освіти. Шкільна освіта*. 2021. URL: <https://bit.ly/3LZkdnG> (дата звернення – 22.03.2023).

## **СИНТЕЗ ТА РІСТРЕГУЛЮЮЧА АКТИВНІСТЬ АРИЛЗАМІЩЕНИХ СУКЦИНАТІВ**

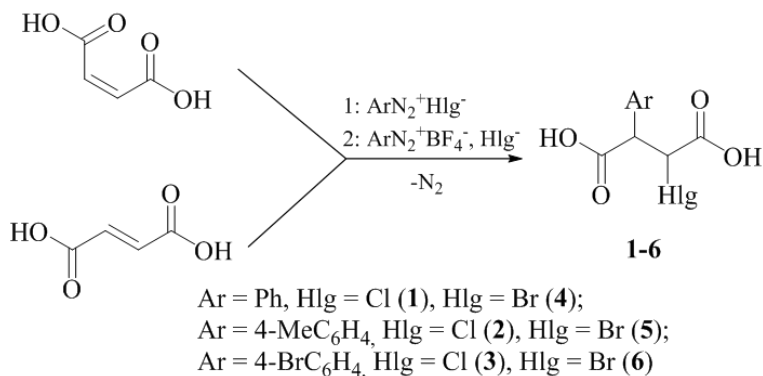
**Барановський Б.В., Тулайдан Г.М.**

Однією із галузей застосування похідних бурштинової (сукцинатної, 1,4-бутандіової) кислоти є сільське господарство. Їх використовують як добриво, вони прискорює дозрівання плодів, підвищують холодо- та посухостійкість, стійкість до захворювань, врожайність, збільшують вміст вітамінів та цукрів у плодах [1].

Для одержання таких похідних нами використані реакції Меєрвейна і аніонарилювання, суть яких полягає у приєднанні арильних радикалів і атомів галогенів до кратних вуглець-вуглецевих зв'язків ненасичених сполук. Арильні радикали

генеруються з ароматичних солей діазонію під час їх розкладу, який каталізується солями міді. Як вихідні сполуки для синтезу нами використані ненасичені дикарбонові кислоти – малеїнова і фумарова, кратні зв'язки яких є достатньо активованими внаслідок впливу двох карбоксильних груп.

Нами встановлено, що хлориди (броміди) арилдіазонію взаємодіють з малеїною і фумаровою кислотами в умовах реакції Меєрвейна з виділенням азоту діазогрупи і утворенням продуктів галогенарилування – 3-арил-2-хлоро(бромо)бутан-діових кислот (1-6). Ті ж сполуки були одержані в умовах реакції аніонарилування, тобто за умов введення у взаємодію тетрафлуороборатів арилдіазонію у присутності хлориду (броміду) калію.



Виявилось, що в умовах реакції аніонарилування виходи сполук 1–6 на 10–15% вищі і досягають 80%. Виходи 3-арил-2-хлоро(бромо)бутандіових кислот 1–6 також вищі (~ 10%) за умов введення у взаємодію фумарової кислоти, що, на наш погляд, зв'язане з механізмом транс-приєднання арильного радикалу і галогену до кратного зв'язку, який легше реалізується у випадку фумарової кислоти.

В знайдених нами умовах не спостерігається процесів елімінування галогеноводнів та декарбоксилювання однієї COOH-групи. Будову одержаних сполук підтверджують дані ІЧ, <sup>1</sup>H ЯМР та спектрів. Ідентичність сполук 1 і 5 також доведена методом хромато-мас-спектроскопії.

Таким чином, взаємодія солей арилдіазонію з малеїною та фумаровою кислотами відбувається з утворенням хлоро- та бромоарильованих похідних, в структурі яких зберігаються обидві карбоксильні групи. Отже, реакції аніонарилування ненасичених

дикарбонових кислот солями арилдіазонію дозволяють модифікувати дані сполуки шляхом введення ароматичних фрагментів з одночасним збереженням обох карбоксильних груп, що розкриває широкі можливості для одержання на їх основі нових похідних з практично корисними властивостями.

Дослідження рiстрегулюючої активностi проводили на насiннi пшеницi озимої сорту «Лазурна» першoї репродукцiї яке обробляли розчинами вiдповiдних речовин 1-6 з концентрацiєю 0.002%. Як контроль використовували дистильовану воду. Проросле насiння пiдраховували у два строки: на 3-й день визначали енергiю проростання, на 7-й – схожiсть.

Таблиця 1

**Рiстрегулююча активнiсть 2-хлоро(бромо)-3-арилбутан-дiювих кислот 1-6**

Варіант	Енергія проростання, %		Довжина проростка, см	Довжина кореня, см	Кількість коренів, шт.	*Маса сирих проростків, г	*Маса сирих коренів, г	*Маса сухих проростків, г	*Маса сухих коренів, г
	3 день	7 день							
Контроль (вода)	81	84	3.43	3.82	4.30	0.02915	0.02632	0.004341	0.004074
<b>1</b>	92	94	3.58	4.37	4.78	0.02989	0.02994	0.004524	0.004900
<b>2</b>	84	92	3.64	4.71	4.87	0.03098	0.03707	0.003945	0.004513
<b>3</b>	96	96	4.90	6.34	5.21	0.03728	0.04332	0.005337	0.005632
<b>4</b>	88	94	3.87	4.54	4.87	0.03338	0.03300	0.004761	0.004761
<b>5</b>	86	94	3.86	4.99	5.18	0.02952	0.02952	0.004979	0.004333
<b>6</b>	80	90	2.91	4.11	4.14	0.02323	0.02448	0.003225	0.003500
Бурштинова кислота	92	92	3.98	4.67	5.00	0.03424	0.03598	0.004571	0.004557
X <sub>med.</sub>	87.38	92.00	3.77	4.69	4.79	0.0310	0.0325	0.0045	0.0045
SD	5.31	3.46	0.53	0.71	0.36	0.0039	0.0058	0.0006	0.0006
CV, %	6%	4%	14%	15%	8%	13%	18%	14%	13%

\*розрахунок на одну рослину.

X<sub>med.</sub> – середнє арифметичне значення показника; SD – стандартне вiдхилення; CV, % – коефiцiєнт варiацiї показника.

Загалом результати дослідження засвідчили про достатньо високу рiстрегулюючу активнiсть сполуки 3 – 3-(4-бромфенiл)-2-хлоробутандiювi кiслоти, яку можна рекомендувати для подальших випробувань як стимулятора проростання насiння i регулятора росту рослин.

#### **Список використаних джерел**

1. Cukalovic A., Stevens C. V. Feasibility of production methods for succinic acid derivatives: a marriage of renewable resources and chemical technology. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 2008. N. 2(6), P. 505-529.
2. Грищук Б. Д., Барановський В. С., Климнюк С. І. Синтез біологічно активних речовин – продуктів аніонарилювання ненасичених сполук. *Фармацевтичний часопис*. 2011. № 4 (20). С. 117–126.

## **ВИКОРИСТАННЯ МІЖПРЕДМЕТНИХ ЗВ'ЯЗКІВ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ «БІОЛОГІЇ І ЕКОЛОГІЇ» В СТАРШІЙ ШКОЛІ**

**Барчук М.П., Грицай Н.Б.**

Проблема міжпредметних зв'язків є досить актуальною на сьогодні. Сучасне покоління живе в дуже непростий час. Ми маємо пам'ятати, що такого навчання, яке було десять або двадцять років тому вже не буде. Сучасні діти вже не уявляють своє життя без інтернет-ресурсів. Їм важко запам'ятовувати інформацію, написану в підручнику, у них розвивається кліпове мислення. На уроках потрібно використовувати інформаційно-комунікативні технології, різноманітні дослідження, щоб учням було цікаво. Урок, насичений цікавою інформацією, особливо якщо вона має міжпредметних характер, набагато ефективніший. Тому сучасний вчитель повинен навчатися чогось нового разом із учнями, він має крокувати разом із часом.

На сьогодні в освіті намагаються дотримуватись міжпредметних зв'язків, створюються інтегровані курси («Пізнаємо природу», «Природничі науки», «Довкілля», «Здоров'я, безпека та добробут» та ін.). Саме під час вивчення цих інтегрованих курсів можна чітко спостерігати міжпредметні зв'язки біології й екології з фізикою, географією, математикою, інформатикою, хімією, астрономією тощо.

Перед вчителями цих курсів постала низка завдань, зокрема показати учням, що всі науки пов'язані між собою, допомогти зрозуміти, що все у світі взаємопов'язано. Якщо ми вилучимо бодай один компонент, то це призведе до негативних наслідків.