

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
Кафедра органічної та фармацевтичної хімії

На правах рукопису

ШКУРЕНКО ОЛЬГА ОЛЕКСАНДРІВНА

ОЦІНКА РІСТ РЕГУЛЬОВАНОЇ АКТИВНОСТІ
2-(2-ОКСОІНДОЛІН-3-ІЛІДЕН)ЗАМІЩЕНИХ ІМІДАЗО[2,1-*b*]ТІАЗОЛОНІВ
ТА ТІАЗОЛО[3,2-*a*]ПІРИМІДИНОНІВ

Спеціальність: 102 «Хімія»

Освітньо-професійна програма «Хімія»

Робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр»

Науковий керівник:

КАДИКАЛО ЕЛЛА МАКСИМІВНА,

кандидат хімічних наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № _____

Засідання кафедри органічної

та фармацевтичної хімії

від _____ 2025 р.

Завідувач кафедри _____ проф. Сливка Н.Ю.

ЛУЦЬК – 2025

АНОТАЦІЯ

Шкуренко О. О. Оцінка ріст регульованої активності 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених імідазо[2,1-*b*]тіазолонів та тіазоло[3,2-*a*]піримідинонів. Спеціальність: 102 Хімія. Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, 2025.

Магістерська робота присвячена дослідженню ріст регулюючої активності 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених похідних 5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазол-3(2*H*)-ону та 6,7-дигідро-2*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3(5*H*)-ону у рослинних організмах на ранніх стадіях органогенезу. У роботі проведено системний аналіз літературних джерел щодо біологічної активності зазначених класів гетероциклів та здійснено комплексне біологічне тестування синтезованих сполук на модельних культурах – дводольному *Cucumis sativus* та однодольному *Triticum durum*. Встановлено концентраційно-залежний характер впливу досліджуваних речовин на процеси проростання насіння, життєздатність та біометричні показники проростків, а також виявлено селективність їх дії щодо представників різних класів рослин.

Уперше встановлено особливості концентраційно-залежного впливу синтезованих сполук на процеси проростання насіння, життєздатність та морфометричні характеристики проростків. Показано, що застосування високих концентрацій 0,1 % викликає повне блокування ростових процесів та загибель насіння, що свідчить про виражений інгібуючий ефект. Натомість у низьких та наднизьких концентраціях 0,001–0,0001 % більшість речовин демонструє нейтральну або стимулюючу дію, зокрема щодо подовження проростків та збільшення їх маси. Окремі сполуки проявили високу вибірковість дії, стимулюючи розвиток однієї рослинної моделі та пригнічуючи іншу.

Наукова новизна роботи полягає у вперше проведеному комплексному дослідженні ріст регулюючої активності зазначених гетероциклічних систем,

встановленні закономірностей «структура–активність» та виявленні перспективних сполук зі стимулюючими або гербіцидоподібними властивостями. Результати дослідження дозволяють розглядати отримані похідні як потенційні біостимулятори росту рослин або як агенти вибіркової дії для контролю росту дводольних бур'янів.

Практичне значення одержаних результатів полягає у можливості їх подальшого використання в агрохімії, фізіології та біотехнології рослин для створення нових ефективних регуляторів росту, біостимуляторів та селективних гербіцидних препаратів. Отримані дані також можуть бути застосовані у розробці рекомендацій щодо використання гетероциклічних сполук у низьких концентраціях для підвищення схожості та прикореневого розвитку рослин на ранніх етапах онтогенезу, а також у навчальному процесі при вивченні курсів органічної хімії, біохімії та агрохімії.

Ключові слова: імідазотіазолони, тіазолопіримідинони, ізатинові похідні, гетероциклічні сполуки, регулятори росту рослин, інгібуюча активність, стимулюючий ефект, *Cucumis sativus*, *Triticum durum*.

ABSTRACT

Shkurenko O. O. Evaluation of Plant Growth Regulatory Activity of 2-(2-oxoindolin-3-ylidene)-substituted Imidazo[2,1-*b*]thiazolones and Thiazolo[3,2-*a*]pyrimidinones. Specialty: 102 Chemistry. Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, 2025.

The master's thesis is dedicated to investigating the plant growth regulatory activity of 2-(2-oxoindolin-3-ylidene)-substituted derivatives of 5,6-dihydroimidazo[2,1-*b*]thiazol-3(2*H*)-one and 6,7-dihydro-2*H*-thiazolo[3,2-*a*]pyrimidin-3(5*H*)-one in plant organisms at early stages of organogenesis. The work conducts a systematic analysis of literature sources regarding the biological activity of these classes of heterocycles and performs comprehensive biological testing of synthesized compounds on model crops – the dicotyledonous *Cucumis sativus* and the monocotyledonous *Triticum durum*. A concentration-dependent nature of the influence of the studied substances on seed germination processes, viability, and biometric parameters of seedlings was established, and selectivity of their action toward representatives of different plant classes was revealed.

For the first time, the characteristics of concentration-dependent effects of synthesized compounds on seed germination processes, viability, and morphometric characteristics of seedlings were established. It was shown that application of high concentrations of 0.1 % causes complete blocking of growth processes and seed death, indicating a pronounced inhibitory effect. In contrast, at low and ultra-low concentrations of 0.001–0.0001 %, most substances demonstrate neutral or stimulating action, particularly regarding seedling elongation and increase in their mass. Individual compounds exhibited high selectivity of action, stimulating the development of one plant model while suppressing the other.

The scientific novelty of the work lies in the first comprehensive study of the growth regulatory activity of these heterocyclic systems, establishment of "structure-

activity" relationships, and identification of promising compounds with stimulating or herbicide-like properties. The research results allow consideration of the obtained derivatives as potential plant growth biostimulators or as selective agents for controlling the growth of dicotyledonous weeds.

The practical significance of the obtained results lies in the possibility of their further use in agrochemistry, plant physiology and biotechnology for creating new effective growth regulators, biostimulators, and selective herbicidal preparations. The obtained data can also be applied in developing recommendations for using heterocyclic compounds in low concentrations to improve germination and root development of plants at early stages of ontogenesis, as well as in the educational process when studying courses in organic chemistry, biochemistry, and agrochemistry.

Keywords: imidazothiazolones, thiazolopyrimidinones, isatin derivatives, heterocyclic compounds, plant growth regulators, inhibitory activity, stimulating effect, *Cucumis sativus*, *Triticum durum*.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. СИНТЕЗ ТА РЕАКЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ КОНДЕНСОВАНИХ ТІАЗОЛЬНИХ ГЕТЕРОЦИКЛІВ	13
1.1. Інноваційні методи формування імідазо[2,1- <i>b</i>]тіазольних ядер	13
1.2. Синтетичні стратегії побудови тіазоло[3,2- <i>a</i>]піримідинового каркасу	16
РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ СИНТЕЗОВАНИХ 2-(2-ОКСОІНДОЛІН-3- ІЛІДЕН)ЗАМІЩЕНИХ ПОХІДНИХ ІМІДАЗОТІАЗОЛУ ТА ТІАЗОЛОПІРИМІДИНУ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ <i>CUCUMIS SATIVUS</i>	23
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ СИНТЕЗОВАНИХ 2-(2-ОКСОІНДОЛІН-3-ІЛІДЕН) ЗАМІЩЕНИХ ПОХІДНИХ ІМІДАЗОТІАЗОЛУ ТА ТІАЗОЛОПІРИМІДИНУ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ <i>TRITICUM DURUM</i>	32
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	41
4.1. Експериментальна частина до розділу 2	41
4.2. Експериментальна частина до розділу 3	42
ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	45
ДОДАТКИ	51

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

R – замісник

Ph – фенольна група

Et – етильна група

Me – метильна група

Ac – ацетильна група

PFA – біс(трифторацетат) йодобензену

DMSO – диметилсульфоксид

IPA – ізопропіловий спирт або ізопропанол (2-пропанол)

PPA – поліфосфорна кислота

DMF – диметилформамід

HP₀₅ – найменша істотна різниця при рівні значущості 0,05

дист. вода – дистильована вода

% – відсоток

0,1 %, 0,01 %, 0,001 %, 0,0001 % – концентрації робочих розчинів
досліджуваних речовин

г – грам

см – сантиметр

ВСТУП

Актуальність теми. Інтенсивний прогрес хімічної науки призводить не тільки до створення нових синтетичних речовин, але й до суттєвого зростання масштабів їх практичного застосування у фармацевтичній промисловості, агрохімії, біотехнологіях та матеріалознавстві. Серед різноманітних класів органічних сполук особливий інтерес викликають конденсовані нітрогеновмісні гетероцикли, зокрема гідровані системи на основі імідазо[2,1-*b*]тіазолу та тіазоло[3,2-*a*]піримідину. Унікальність цих структур полягає у присутності двох гетероциклічних ядер та можливості їх функціоналізації різноманітними замісниками, що забезпечує широкий діапазон біологічних властивостей [1].

Літературні дані свідчать, що сполуки з імідазо[2,1-*b*]тіазольним фрагментом виявляють здатність інгібувати лужну фосфатазу [2], блокувати відтік йодидів з тироцитів [3], пригнічувати зворотне захоплення норадреналіну [4] та проявляють антимікробні властивості [5]. Крім того, такі структури розглядаються як перспективні молекулярні зонди для детекції білка Гантінгтона [6]. Похідні тіазолопіримідину характеризуються здатністю блокувати казеїнкіназу 2 [7] та діацилгліцеролкіназу [8], а також демонструють антидіабетичну [9], антимікробну [10, 11], анти-VIL-1 [12], протипухлинну [13, 14], протизапальну [15, 16] та знеболювальну активність [17].

Перспективним напрямом використання таких гетероциклічних структур є розробка регуляторів росту рослин та засобів захисту сільськогосподарських культур [1]. Актуальність цього напрямку зумовлена необхідністю впровадження інтенсивних агротехнологій та створення ефективних систем захисту рослин [1]. Особливу увагу привертає стратегія модифікації гетероциклічних систем ізатиновими залишками, що дозволяє отримувати сполуки з потужною гербіцидною дією [18, 19]. Наприклад, деякі похідні ізатину здатні пригнічувати розвиток коренів ріпаку з ефективністю 80–90 % при дозі 10 мг/л [20], а також

виявляють високу активність проти бур'янів з родини хрестоцвітих (*Arabidopsis thaliana*) [21] та багаторічних представників бобових (*Trifolium pratense*) [22].

Враховуючи зазначені факти, науковий інтерес представляє отримання нових 2-(2-оксоіндолін-3-ілден)заміщених похідних 5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазолу та 6,7-дигідротіазоло[3,2-*a*]піримідину з подальшим вивченням їхнього впливу на фізіологічні та біохімічні процеси у рослинах на ранніх стадіях розвитку. Початкові фази онтогенезу рослин характеризуються підвищеною чутливістю до екзогенних факторів, включаючи хімічні агенти, що може спричиняти як активацію, так і супресію ростових процесів [1]. Для всебічної оцінки біологічної активності синтезованих сполук доцільним є використання як дводольних модельних об'єктів (*Cucumis sativus*), так і однодольних сільськогосподарських культур, зокрема пшениці озимої (*Triticum durum*).

Мета роботи: встановлення ріст регулюючої дії 2-(2-оксоіндолін-3-ілден)заміщених похідних імідазо[2,1-*b*]тіазолу та тіазоло[3,2-*a*]піримідину на рослини огірка посівного (*Cucumis sativus*) та пшениці твердої (*Triticum durum*) у початковий період органогенезу.

Завдання дослідження:

- Проаналізувати літературні джерела щодо біологічної активності похідних імідазо[2,1-*b*]тіазолу та тіазоло[3,2-*a*]піримідину.
- Дослідити вплив 2-(2-оксоіндолін-3-ілден)заміщених похідних на процеси проростання насіння *Cucumis sativus* та *Triticum durum* за різних концентрацій тестових розчинів.
- Оцінити вплив досліджуваних сполук на життєздатність проростків.
- Визначити дію сполук на морфометричні характеристики проростків (масу та довжину) у початкову фазу органогенезу.
- Встановити залежність біологічної дії досліджуваних речовин від їх концентрації.

- Проаналізувати зв'язок між хімічною будовою сполук та характером їх ріст регулюючої активності щодо дводольних і однодольних рослин.

Об'єктом дослідження є 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщені похідні 5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазол-3(2*H*)-ону та 6,7-дигідро-2*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3(5*H*)-ону як біологічно активні сполуки з потенційною ріст регулюючою дією.

Предметом дослідження є вплив 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених похідних імідазо[2,1-*b*]тіазолонів та тіазоло[3,2-*a*]піримідинонів на процеси проростання насіння, життєздатність та морфометричні показники розвитку рослин *Cucumis sativus* та *Triticum durum* на ранніх етапах онтогенезу.

Елементи наукової новизни: у роботі вперше проведено системне та комплексне дослідження ріст регулюючої дії 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених похідних імідазо[2,1-*b*]тіазолу та тіазоло[3,2-*a*]піримідину щодо представників дводольних та однодольних рослин – *Cucumis sativus* та *Triticum durum* – у початковий період онтогенезу. У результаті експериментальних досліджень вперше встановлено особливості концентраційно-залежного впливу зазначених сполук на процеси проростання насіння, життєздатність та морфометричні показники розвитку проростків. Показано, що у високих концентраціях досліджувані речовини проявляють виражену інгібуючу дію, тоді як у низьких і наднизьких концентраціях здатні виявляти нейтральний або стимулюючий вплив на ріст і розвиток рослин. Уперше встановлено вибірковість дії досліджуваних сполук щодо дводольних і однодольних культур, що свідчить про різну чутливість рослин до їх впливу. Вперше виявлено сполуки з переважною інгібуючою та стимулюючою активністю, що дозволяє розглядати їх як перспективні об'єкти для подальших досліджень у галузі фізіології рослин та агрохімії. Також встановлено взаємозв'язок між хімічною будовою молекул, природою замісників у ізатиновому фрагменті та характером їх ріст регулюючої дії, що є важливим для прогнозування біологічної активності сполук даного класу.

Практичне значення роботи: одержані у роботі результати мають важливе практичне значення для подальшого розвитку агрохімії, фізіології рослин та хімії біологічно активних гетероциклічних сполук. Встановлені закономірності ріст регулюючої дії 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених похідних імідазотіазолу та тіазолопіримідину можуть бути використані як наукове підґрунтя для подальших прикладних досліджень, спрямованих на створення нових регуляторів росту рослин, біостимуляторів та потенційних гербіцидних препаратів вибіркової дії. Отримані експериментальні дані можуть бути використані при розробці рекомендацій щодо використання біологічно активних гетероциклічних сполук у надмалих концентраціях для підвищення схожості насіння та стимулювання початкового росту рослин. Результати дослідження доцільно застосовувати при плануванні подальших фізіолого-біохімічних і токсикологічних досліджень механізмів дії ізатинових похідних на рослинні організми. Матеріали роботи мають також навчально-методичне значення та можуть бути використані в освітньому процесі під час викладання дисциплін «Органічна хімія», «Біологічна хімія», «Фізіологія рослин», «Агрохімія», а також при виконанні курсових, дипломних і магістерських робіт студентів хімічних, біологічних та аграрних спеціальностей.

Апробація результатів та публікації. Основні результати дослідження представлено у наукових публікаціях:

1. Жилко В., Сливка Н., Салієва Л., **Шкуренко О.**, Кадикало Е., Бортнік Т., Вовк М. Рістінгібуюча активність 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених 5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазолонів та 6,7-дигідротіазоло[3,2-*a*]піримідинонів. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2025. №1. С. 10–18.
DOI: <https://doi.org/10.32782/pcsd-2025-1-2>
2. Vasyl ZHYLKO, Nataliia SLYVKA, Lesya SALIYEVA, **Olga SHKURENKO**, Ella KADYKALO, Tetyana BORTNIK, Andriy BORTNIK, Mykhailo VOVK. Analysis of phytohormonal activity of 2-(2-oxoindolin-3-ylidene)-substituted

derivatives of imidazothiazole and thiazolopyrimidine. *Journals NTSh*. 2025. Volume LXXVIII. P. 156-165.

DOI: <https://doi.org/10.37827/ntsh.chem..2025.78.156>

Структура роботи: робота складається із вступу, 4 розділів і висновків. Викладена на 75 сторінках. Список використаних джерел містить 39 назви.

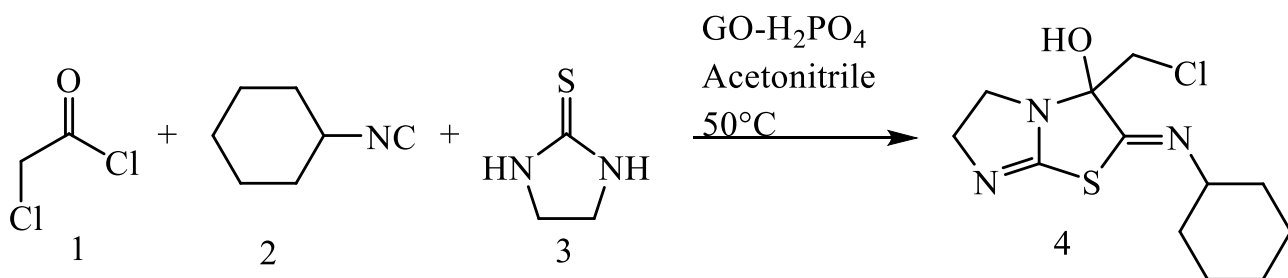
РОЗДІЛ 1

СИНТЕЗ ТА РЕАКЦІЙНА ЗДАТНІСТЬ КОНДЕНСОВАНИХ ТІАЗОЛЬНИХ ГЕТЕРОЦИКЛІВ

1.1. Інноваційні методи формування імідазо[2,1-*b*]тіазольних ядер

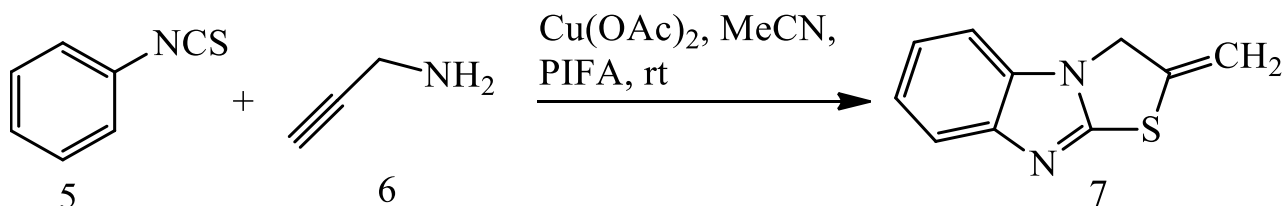
Ефективний метод синтезу похідних тіазолідину за допомогою трикомпонентної реакції Nef-ізоціаніду з використанням нанесеної фосфорної кислоти на оксиді графену ($\text{GO-H}_2\text{PO}_4$). Сполуку **4** синтезували шляхом взаємодії хлороацетил хлориду **1**, циклогексил ізоціаніду **2**, 2-імідазолідинтіону **3** в співвідношенні 1:1:1 [23].

Схема 1.1.1



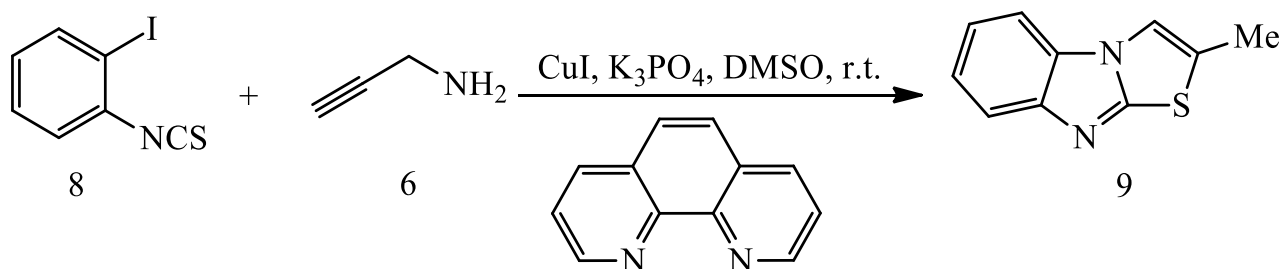
Одностадійний синтез 2-метилен-2,3-дигідробензо[4,5]імідазо[2,1-*b*]тіазолу **7** був здійснений шляхом реакції приєднання/циклізації/окисного сполучення фенілізотіоціанату **5** та пропаргіламіну **6**. Реакція проходила у два етапи: спочатку $\text{Cu}(\text{OAc})_2$ каталізував нуклеофільне приєднання та внутрішньомолекулярну 5-екзо-діг циклiзацію в ацетонітрилі; по-друге, додавання PIFA сприяло внутрішньомолекулярній окисній функціоналізації C-H для побудови конденсованого каркасу бензімідазо[2,1-*b*]тіазоліну [24].

Схема 1.1.2



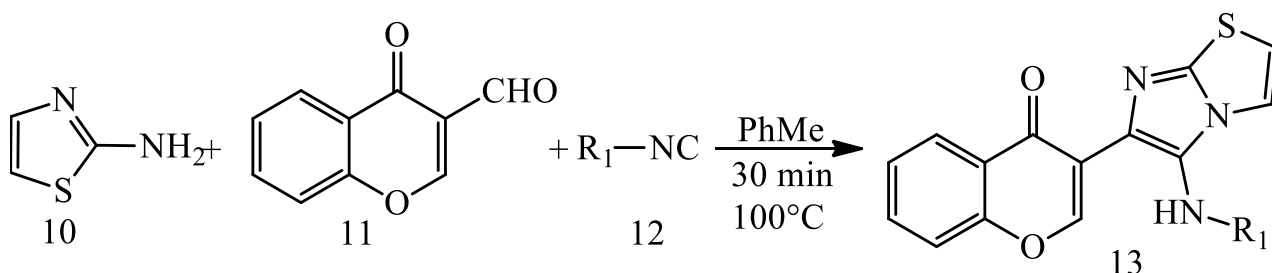
Альтернативний метод синтезу бензімідазо[2,1-*b*]тіазольних похідних запропоновано через каскадну реакцію о-йодфенілізотіоціанатів з пропаргіламінами. Синтез сполуки 2-метилбензо[4,5]імідазо[2,1-*b*]тіазолу **9** проводили взаємодією 2-йодфенілізотіоціанату **8** з пропаргіламіном **6** у присутності каталітичної системи CuI та 1,10-фенантроліну в середовищі DMSO з використанням K₃PO₄. На відміну від методу з використанням Cu(OAc)₂ та окисника PIFA, цей метод базується на послідовних процесах нуклеофільного приєднання/циклізації та мідь-каталізованого C–N зв'язування [25].

Схема 1.1.3



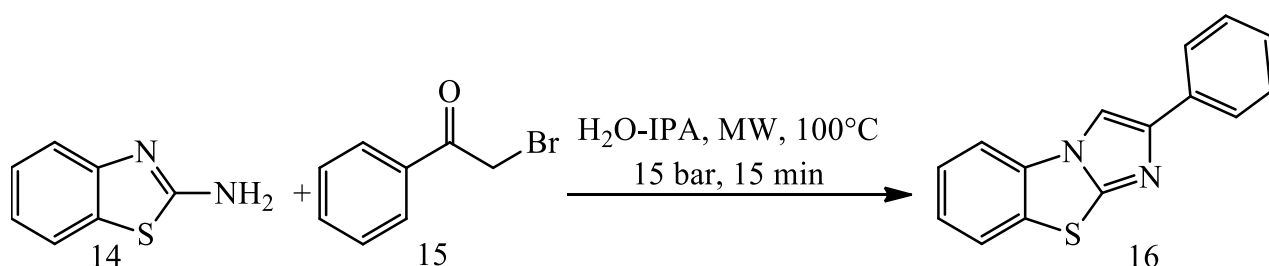
Новий метод одностадійного синтезу похідних імідазо[2,1-*b*]тіазолу за допомогою реакції Гробке-Блекберна-Б'єнайме (GBBR) з використанням 3-формілхромону як альдегідного компонента описано в наступній роботі[26]. Методологія передбачала послідовне додавання 2-амінотіазолу **10** та ізоціаніду **12** до розчину 3-формілхромону **11** у безводному толуолі. Такий метод синтезу дозволив отримати гетероциклічні імідазо[2,1-*b*]тіазол-хромону **13**.

Схема 1.1.4



Щоб продемонструвати масштабованість і практичну корисність методології без використання каталізатора з мікрохвильовою підтримкою, було успішно проведено синтез 2-фенілбензо[*d*]імідазо[2,1-*b*]тіазолу **16**. Реакція в промислових масштабах була проведена шляхом приєднання 2-амінобензотіазолу **14** і 2-бromoацетофенону **15** в суміші H₂O-IPA (1:1) під мікрохвильовим опроміненням. Було отримано похідне бензо[*d*]імідазо[2,1-*b*]тіазолу, що продемонструвало ефективність та відтворюваність методу в препаративному масштабі без будь-якої втрати якості продукту або ефективності реакції [27].

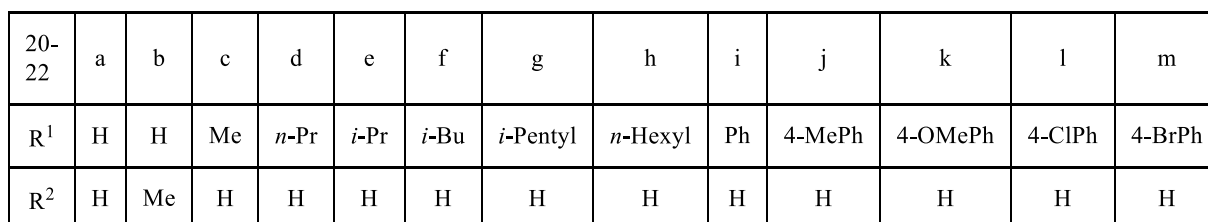
Схема 1.1.5



Одностадійний каскадний процес формування складної поліциклічної системи передбачає послідовне протікання кількох хімічних перетворень у межах однієї технологічної операції. Сполуку 4-(бензо[4',5']імідазо[2',1':2,3]тіазоло[4,5-*b*]хіноксалін-2-ілсульфоніл)морфолін **19** було синтезовано шляхом взаємодії 2,3-дихлоро-6-(морфолінсульфоніл)хіноксаліну **17** з 1*H*-бензімідазол-2-тіолом **18** у середовищі ацетонітрилу [28].

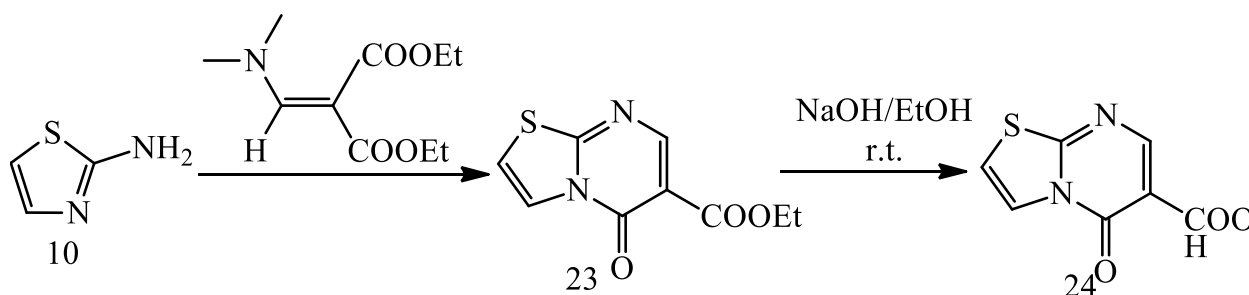


Схема 1.2.1



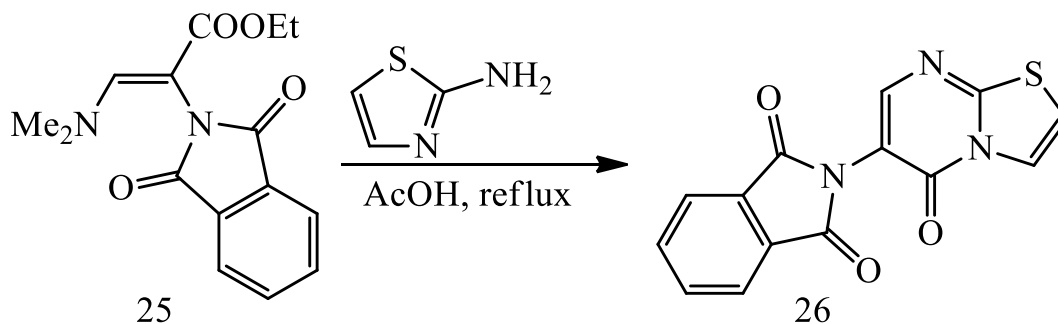
У роботі [30] описано синтез 5-оксо-5*H*-[1,3]тіазоло[3,2-*a*]піримідин-6-карбонової кислоти **24**, виходячи з 2-амінотіазолу **10**. Реакцію проводили шляхом конденсації з діетил *N,N*-диметиламінометилемелонатом при нагріванні в оцтовій кислоті зі зворотним холодильником, у результаті чого утворювався етил 5-оксо-5*H*-[1,3]тіазоло[3,2-*a*]піримідин-6-карбоксилат **23**. Подальший лужний гідроліз естеру за кімнатної температури приводив до відповідної карбонової кислоти **24**. Крім того, встановлено, що взаємодія 2-амінотіазолу з похідними кислоти Мельдрума також забезпечує утворення 5-оксо-5*H*-[1,3]тіазоло[3,2-*a*]піримідин-6-карбонової кислоти.

Схема 1.2.2



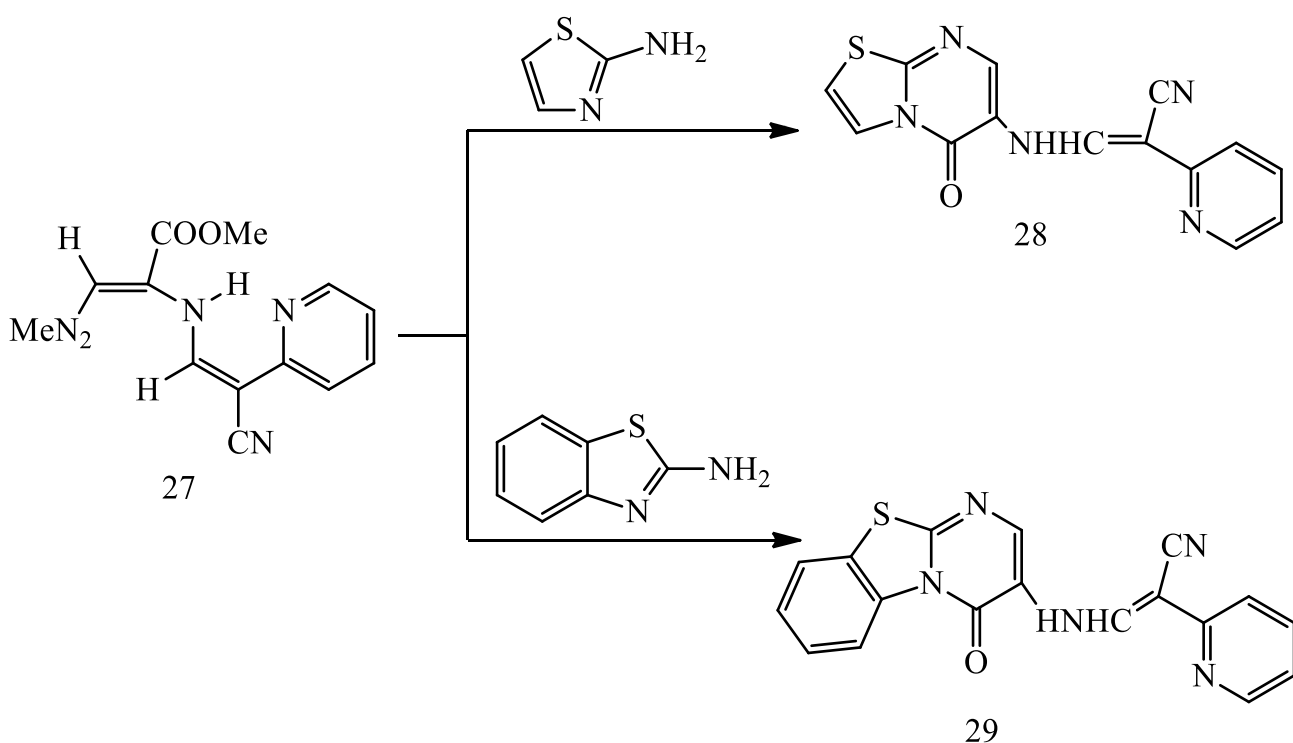
З іншого боку, нагрівання етил (*Z*)-2(2,3-дигідро-1,3-диоксо-1*H*-ізоіндол-2-іл)-3-(диметиламіно)пропеноату **25** в оцтовій кислоті з 2-амінотіазолом як *N,N'*-амбітентними нуклеофілами дозволило одержати 6-(2,3-дигідро-1,3-диоксо-1*H*-ізоіндол-2-іл)-5*H*-1,3-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-5-он **26** [31].

Схема 1.2.3



Перетворення з N-нуклеофілами можуть відбуватися двома різними способами: з стерично необмеженими гетероарилами з утворенням конденсованих піримідин-4-онів, тоді як з стерично обмеженими гетероарилами реакція протікає з утворенням 1-гетероарил-1*H*-імідазо-4-карбоксилат. Таким чином, сполука **27** реагує з 2-амінотіазолом та 2-амінобензотіазолом з утворенням 5*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-4-он **28** та 4*H*-бензотіазоло[3,2-*a*]піримідин-4-он **29** [32].

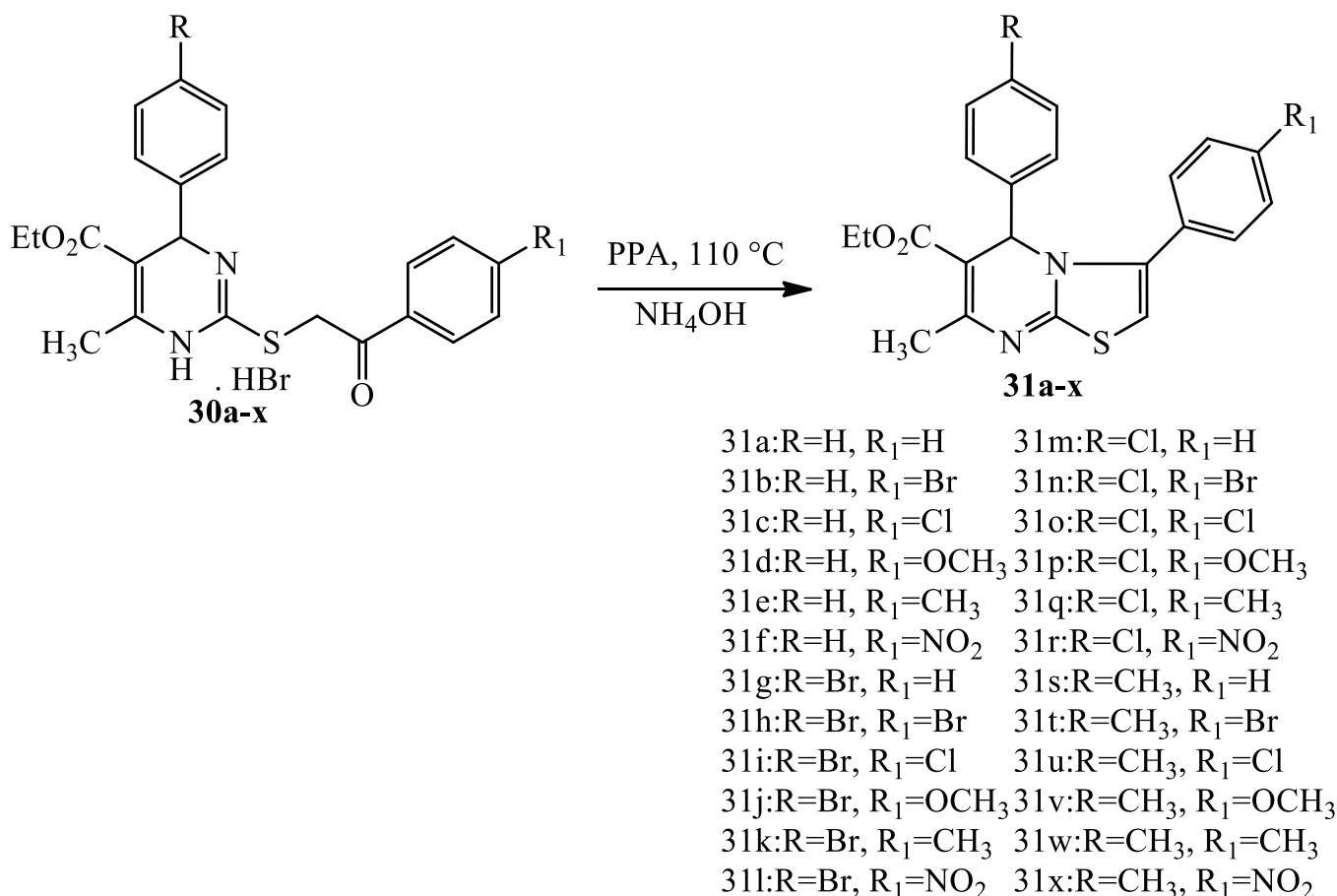
Схема 1.2.4



Сполуки **30a-x**, що представляють собою серію етил-6-метил-4-(заміщеного)феніл-2-(заміщеного)-фенацилтію-1,4-дигідропіримідину-5-карбоксилату гідроброміду з різними замісниками, були успішно циклодегідратовані до відповідних похідних тіазоло[3,2-*a*]піримідину **31a-x** шляхом внутрішньомолекулярної циклізації з використання сіжоприготованої поліфосфорної кислоти (PPA) як каталізатора та дегідратуючого агента. Механізм реакції передбачає активацію карбонільних груп за допомогою PPA та видалення

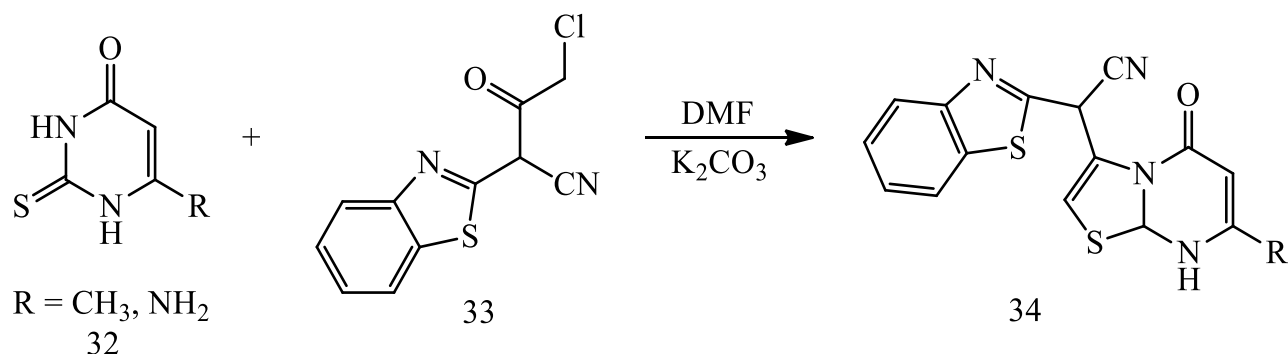
молекул води для сприяння утворенню конденсованої біциклічної системи кілець 5*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідину [33].

Схема 1.2.5



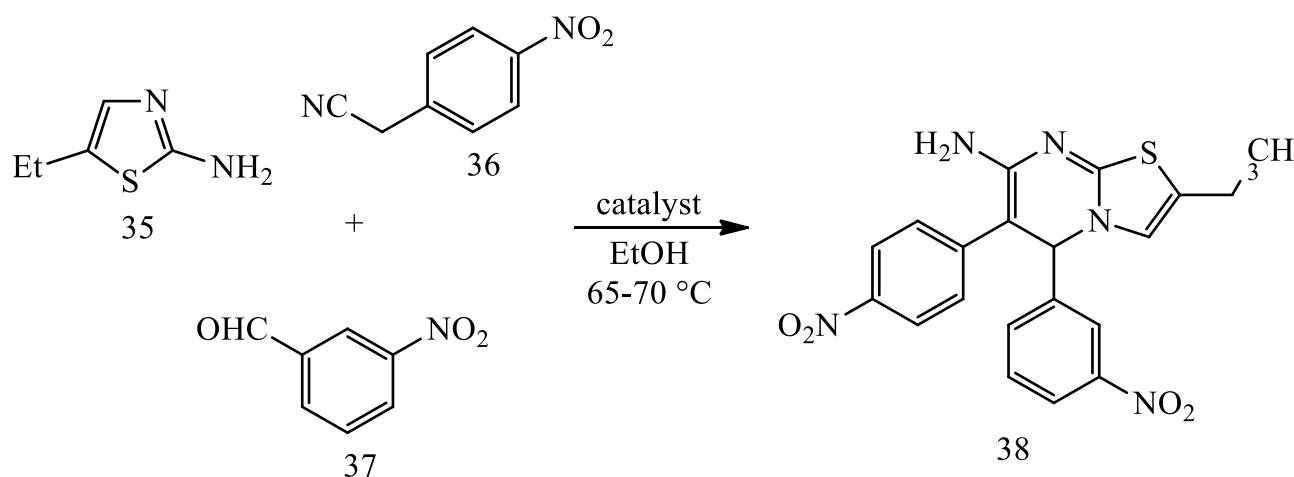
Синтез 2-(бензо[*d*]тіазол-2-іл)-2-(7-*R*-5-оксо-5*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3-іл)ацетонітрilів **34** є одним з найбільш доступних підходів до отримання 5*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-5(7)-онів шляхом реакції похідних 2-тіоурацилу **32** з α -галогенкетонами та α -галогенкислотами **33**. Ця методологія передбачає послідовні етапи алкілювання та конденсації, де атом сірки 2-тіоурацилу спочатку піддається нуклеофільному заміщенню з α -галогенкарбонільним сполученням, а потім відбувається внутрішньомолекулярна циклізація з утворенням конденсованої системи тіазолопіримідинових кілець [34].

Схема 1.2.6



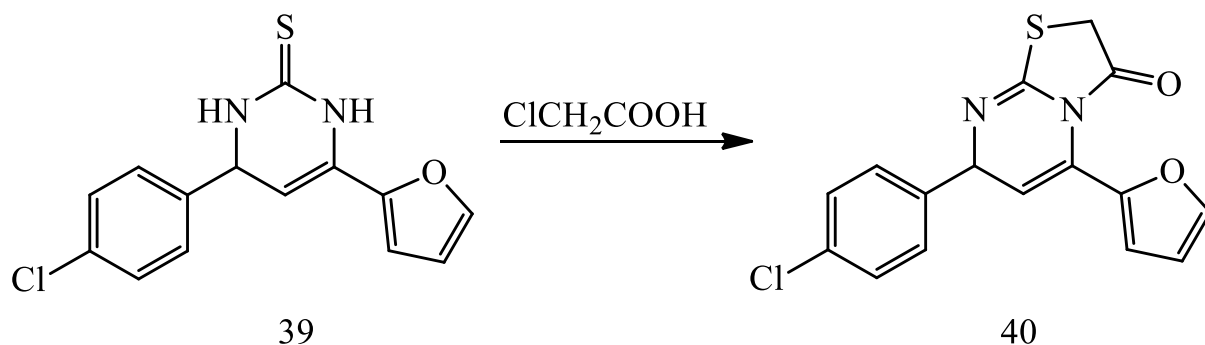
Одностадійний трикомпонентний синтез 2-етил-5-(3-нітрофеніл)-6-(4-нітрофеніл)-5*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-7-амін **38** був здійснений шляхом реакції 5-етилтіазол-2-амін **35**, 2-(4-нітрофеніл)ацетонітрилу **36** та 3-нітробензальдегіду **37** в етанолі з використанням бромистого цинку на носії з діоксиду кремнію ($\text{SiO}_2\text{-ZnBr}_2$) [35].

Схема 1.2.7



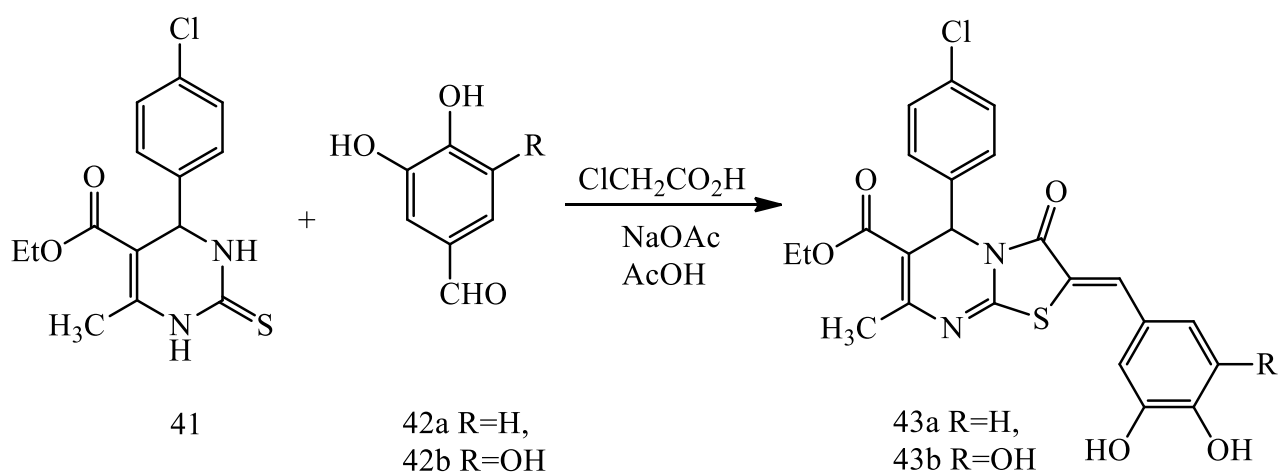
Синтез 7-(4-хлорфеніл)-5-(фуран-2-іл)-2*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3(7*H*)-ону **40** було здійснено шляхом циклізації 4-(4-хлорфеніл)-6-(фуран-2-іл)-3,4-дигідропіримідин-2(1*H*)-тіону **39** з хлороцтовою кислотою в термічних умовах [36].

Схема 1.2.8



Синтез сполук **43a** і **43b**, (Z)-етил 5-(4-хлорфеніл)-2-(3,4-дигідроксибензиліден)-7-метил-3-оксо-3,5-дигідро-2H-тіазоло[3,2-a]піримідин-6-карбоксилату та його тригідроксианалога було здійснено за допомогою альтернативного одностадійного синтетичного методу. Реакційна суміш етил 4-(4-хлорфеніл)-6-метил-2-тіоксо-1,2,3,4-тетрагідропіримідин-5-карбоксилату **41**, відповідного полігідроксибензальдегіду (3,4-дигідроксибензальдегід **42a** для сполуки **43a** або 3,4,5-тригідроксибензальдегід **42b** для сполуки **43b**), хлороцтової кислоти та ацетату натрію в оцтовій кислоті нагрівали під зворотним холодильником при 140°C без додавання оцтового ангідриду, тим самим запобігаючи ацетилюванню фенольних гідроксильних груп [37].

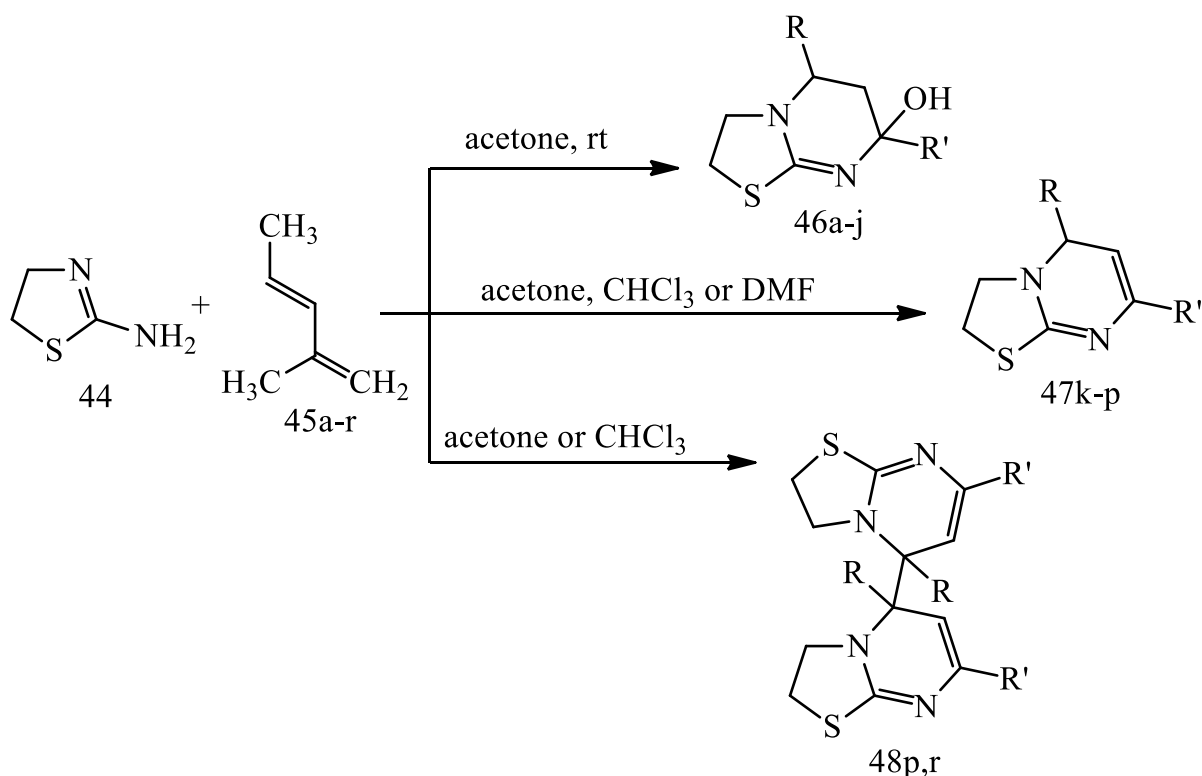
Схема 1.2.9



Гетероциклізація 2-амінотіазоліну **44** з α,β -ненасиченими карбонільними сполуками **45a-r** була систематично досліджена за різних умов реакції, що

дозволило встановити, що результат значною мірою залежить від температури та розчинника. За м'яких умов ненасичені альдегіди **45a-c** або арилідениацетони **45d-j** реагували з аміном з утворенням 5-R-7-гідрокси-5*H*-2,3,6,7-тетрагідротіазоло[2,3-*a*]піримідинів **46a-j**. За більш жорстких умов (кип'ятіння в DMF або хлороформі) халкони **45k-p** взаємодіяли з **44** з утворенням 5,7-діарил-5*H*-2,3-дигідротіазоло[2,3-*a*]піримідинів **47k-p** внаслідок дегідратації первинно утворених тетрагідропохідних, тоді як у випадку специфічних халконів з 4-нітро- або 4-фторозамісниками **45p,r** було виділено димерні продукти 5,5'-біс-5,7-діарил-2,3-дигідротіазоло[2,3-*a*]піримідини **48p,r** [38].

Схема 1.2.10



45a,46a R=Me, R'=H	45i,46i R=Ph, R'=Et
45b,46b R=Ph, R'=H	45j,46j R=Ph, R'=Ph
45c,46c R=4-NO ₂ C ₆ H ₄ , R'=H	45k,47k R=Ph, R'=4-MeC ₆ H ₄
45d,46d R=Ph, R'=Me	45l,47l R=Ph, R'=4-MeOC ₆ H ₄
45e,46e R=4-MeOC ₆ H ₄ , R'=Me	45m,47m R=4-MeC ₆ H ₄ , R'=Ph
45f,46f R=4-ClC ₆ H ₄ , R'=Me	45o,47o R=4-ClC ₆ H ₄ , R'=Ph
45g,46g R=4-FC ₆ H ₄ , R'=Me	45p,47p,48p R=4-NO ₂ C ₆ H ₄ , R'=4-MeOC ₆ H ₄
45h,46h R=4-Me ₂ NC ₆ H ₄ , R'=Me	45r,48r R=4-FC ₆ H ₄ , R'=Ph

РОЗДІЛ 2

ВПЛИВ СИНТЕЗОВАНИХ 2-(2-ОКСОІНДОЛІН-3-ІЛІДЕН)ЗАМІЩЕНИХ ПОХІДНИХ ІМІДАЗОТІАЗОЛУ ТА ТІАЗОЛОПІРИМІДИНУ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ *CUCUMIS SATIVUS*

Метою даного дослідження було вивчення впливу вперше синтезованих 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених 5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазолонів та 6,7-дигідротіазоло[3,2-*a*]піримідинонів **1a–г**, **2a–в** на перебіг фізіолого-біохімічних процесів у рослинному організмі *Cucumis sativus* на початкових етапах органогенезу. Це дослідження передбачало комплексне вивчення дії синтезованих сполук на всіх етапах розвитку рослинного організму, включаючи оцінку їхнього впливу на схожість насіння, життєздатність проростків та основні біометричні параметри (масу та довжину проростків).

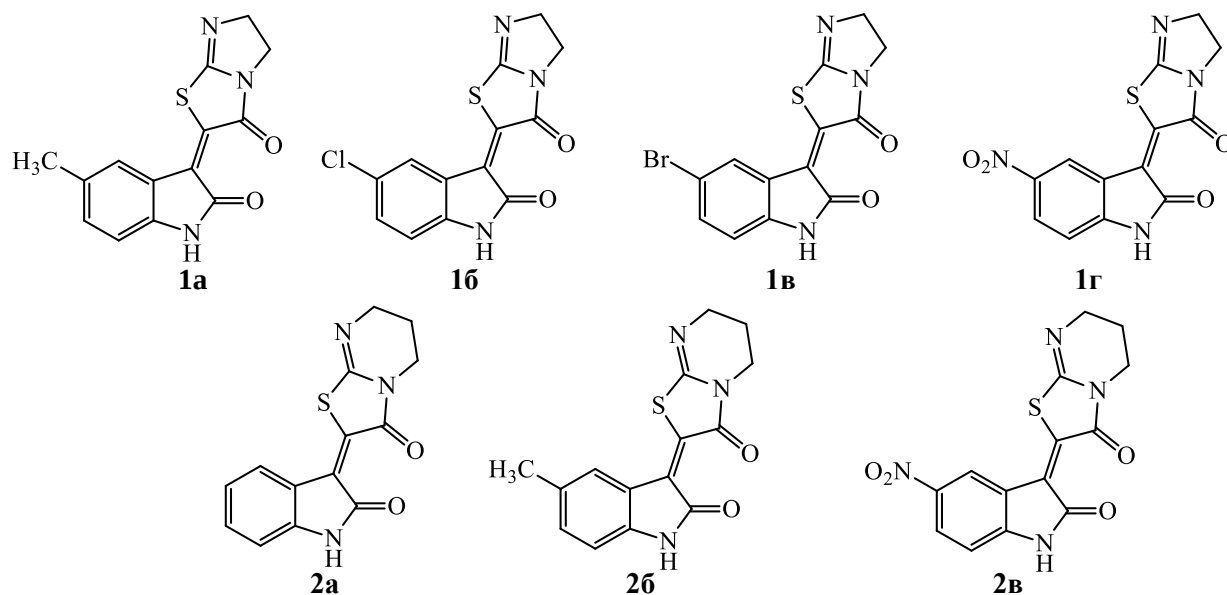


Рис. 2.1. Сполуки, які досліджувалися на інгубуючу активність

Результати проведених експериментів показали, що вплив досліджуваних сполук **1a–г**, **2a–в** на схожість насіння та біометричні показники проростків *Cucumis sativus* не є однозначним і залежить від концентрації розчинів та структури сполук.

Таблиця 2.1

Вплив синтезованих сполук на насіння *Cucumis sativus* на ранніх етапах органогенезу

Сполука	Показник	Варіант дослідю					
		Оброблення насіння					НІР ₀₅
		дист. вода	0,1 %	0,01 %	0,001 %	0,0001 %	
1а	Схожість/Життєздатність, %	95,33	–	–	86,67	92	6,32
	Маса одного проростка, г	0,10	–	–	0,03	0,04	0,03
	Довжина одного проростка, см	8,66	–	–	5,45	5,70	1,33
1б	Схожість/Життєздатність, %	95,33	–	91,33	96	96,67	4,51
	Маса одного проростка, г	0,10	–	0,05	0,09	0,09	0,01
	Довжина одного проростка, см	8,66	–	6,40	8,26	8,33	3,12
1в	Схожість/Життєздатність, %	95,33	–	94,67	90,33	92	4,58
	Маса одного проростка, г	0,10	–	0,06	0,09	0,09	0,02
	Довжина одного проростка, см	8,66	–	7,32	9,02	8,94	1,35
1г	Схожість/Життєздатність, %	95,33	–	84	96,33	96,67	6,06
	Маса одного проростка, г	0,10	–	0,08	0,09	0,10	0,02
	Довжина одного проростка, см	8,66	–	10,15	10,80	10,48	0,56
2а	Схожість/Життєздатність, %	95,33	–	–	90	94	5,41
	Маса одного проростка, г	0,10	–	–	0,08	0,08	0,01
	Довжина одного проростка, см	8,66	–	–	8,56	8,00	0,73
2б	Схожість/Життєздатність, %	95,33	–	–	64	85,33	6,93
	Маса одного проростка, г	0,10	–	–	0,04	0,03	0,01
	Довжина одного проростка, см	8,66	–	–	5,69	5,55	0,37
2в	Схожість/Життєздатність, %	95,33	–	–	80,33	80,67	6,80
	Маса одного проростка, г	0,10	–	–	0,08	0,08	0,01
	Довжина одного проростка, см	8,66	–	–	7,34	7,47	0,93

Використання 0,1 % розчину в жодному випадку не сприяло виходу насіння огірка звичайного зі стану спокою та початку активних фізіологічних процесів. Це свідчить про виражений інгібуючий ефект досліджуваних сполук у високих концентраціях, що зрештою призводить до загибелі насіння, що проявляється його гниттям.

За обробки насіння 0,01 % розчинами виявлено неоднозначний вплив сполук на рослинний організм. Сполуки **1a**, **2a–в** проявили сильний пригнічуючий вплив на розвиток рослинного організму, де простежувалась їх загибель.

Натомість, у варіантах із застосуванням сполук **1б–г** такого негативного впливу не зафіксовано – перехід насінин від стану спокою до активної життєдіяльності протікав практично на рівні контрольного варіанта (обробка дистильованою водою), лише з тенденцією до пригнічення розвитку. Показник схожості у цих варіантах становив відповідно 91,33 %, 94,67 % та 84,0 %, і статистичної значущої різниці відносно контролю (95,33 %) не було виявлено.

Щодо біометричних параметрів, за використання 0,01 % розчинів 2-(5-хлоро-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазол-3(2*H*)-ону **1б**, 2-(5-бромо-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазол-3(2*H*)-ону **1в** проростки характеризувалися показниками маси відповідно 0,05 г та 0,06 г, а довжини – 6,40 см та 7,36 см, тоді як у контрольному варіанті ці параметри становили 0,10 г та 8,66 см, що вказує на інгібуючий вплив. За обробки насіння 0,01% розчином 2-(5-нітро-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазол-3(2*H*)-ону **1г** маса проростка становила 0,08 г, що вказувало лише на тенденцію до пригнічення розвитку. Відносно довжини проростка зафіксовано приріст відносно контролю на 1,49 см або 17,2%, що свідчить про стимулюючий ефект даної сполуки.

Зменшення концентрації досліджуваних сполук до 0,001 % послабило їхню інгібуючу дію. Найбільш виражений інгібуючий ефект відзначався при застосуванні 2-(5-метил-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазол-

3(2*H*)-ону **1a**, 2-(5-метил-2-оксоіндолін-3-іліден)-6,7-дигідро-2*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3(5*H*)-ону **2б**, 2-(5-нітро-2-оксоіндолін-3-іліден)-6,7-дигідро-2*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3(5*H*)-ону **2в**, оскільки схожість насіння була нижчою за контрольний показник (95,33 %) на 8,66 %, 31,33 % та 15,0 % відповідно.

Для сполуки 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)-6,7-дигідро-2*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3(5*H*)-он **2a** спостерігалася лише незначна тенденція до пригнічення розвитку рослин, оскільки показник схожості становив 90,0 %. При цьому статистично значущих відмінностей у порівнянні з контрольним варіантом виявлено не було. Аналогічна тенденція зафіксована за обробки насіння 0,001 % розчином **1в**, де показник схожості становив 90,33 %.

За використання 0,001 % розчинів **1б** та **1г** відмічено протилежну тенденцію – ці сполуки проявляли легку стимулюючу дію, що забезпечило показник схожості на рівні 96,0 % та 96,33 % відповідно, тобто приріст відносно контролю становив 1,0–1,33 %.

Використання 0,001 % розчинів сполук **1a**, **2б**, **2в** негативно впливало на масу та довжину проростка. У цих варіантах відмічено пригнічувальний вплив, який сприяв формуванню рослинного організму масою 0,03–0,08 г та довжиною 5,45–7,34 см. Дещо менш вираженим інгібуючим ефектом характеризувалась сполука **2a**: маса проростка становила 0,08 г, а довжина – 8,56 см, тобто практично на рівні контрольного варіанту.

У варіантах із використанням 0,001 % розчинів **1б** та **1в** суттєвих змін відносно контролю не було зафіксовано: маса проростка була на рівні 0,09 г, а довжина – 8,26 см та 9,02 см відповідно. Позитивні результати були відмічені за обробки насіння 0,001 % розчином **1г**: проросток характеризувався масою 0,09 г та довжиною 10,80 см, забезпечивши приріст відносно контролю на 2,14 см або 24,7 %.

Найбільш сприятливими для росту і розвитку рослинного організму на ранніх етапах органогенезу виявились 0,0001 % концентрації робочих розчинів.

Щодо сполук 2-(5-метил-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазол-3(2*H*)-ону **1a**, 2-(5-метил-2-оксоіндолін-3-іліден)-6,7-дигідро-2*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3(5*H*)-ону **2б**, 2-(5-нітро-2-оксоіндолін-3-іліден)-6,7-дигідро-2*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3(5*H*)-ону **2в**, то навіть у десятитисячних долях їх використання продовжував простежуватись інгібуючий ефект, хоч із меншою інтенсивністю. За обробки насіння 0,0001 % розчинами цих сполук утворені проростки мали масу 0,03–0,08 г та довжину 5,55–7,47 см, що відповідно було нижче контролю на 0,02–0,07 г та 1,19–3,11 см.

Менш вираженим інгібуючим впливом на формування проростка характеризувалась сполука **2a**, використання якої у десятитисячній концентрації забезпечило масу проростка на рівні 0,08 г та довжину 8,0 см. Чіткий пригнічуючий ефект був відмічений лише щодо показника маси проростка, а відносно довжини простежувалась лише негативна тенденція.

Обробка насіння 0,0001 % розчинами **1б** та **1в** забезпечила формування проростків масою 0,09 г та довжиною 8,33 см та 8,94 см відповідно, тобто статистично значущої різниці відносно контролю не було зафіксовано, що вказує на відсутність чіткого прояву інгібуючого чи стимулюючого ефектів.

У варіантах за використання **1г** у концентрації 0,0001 % спостерігався позитивний вплив на біологічні параметри розвитку проростка. Зокрема, сформувався проросток масою 0,10 г і довжиною 10,48 см. За масою цей показник не відрізнявся від контрольного варіанту, а за довжиною відзначалося збільшення на 1,82 см, що становило 21,0 %.

Дослідження впливу синтезованих сполук на семиденні проростки *Cucumis sativus* підтвердило варіативний характер їхньої біологічної активності.

Найбільш чітким інгібуючим ефектом характеризувались **1a** та **2б**. За обробки 0,1 % розчином сполуки **2б** параметр життєздатності становив 86,67 %, маса одного проростка – 0,05 г, довжина – 5,61 см (контроль: 95,33 %, 0,10 г, 8,66 см відповідно). За зменшення концентрації від 0,01 % до 0,0001 % інтенсивність інгібуючого ефекту знижувалась, але пригнічення розвитку зберігалось у всіх варіантах. Практично рівнозначним ефектом характеризувалась сполука **1a**.

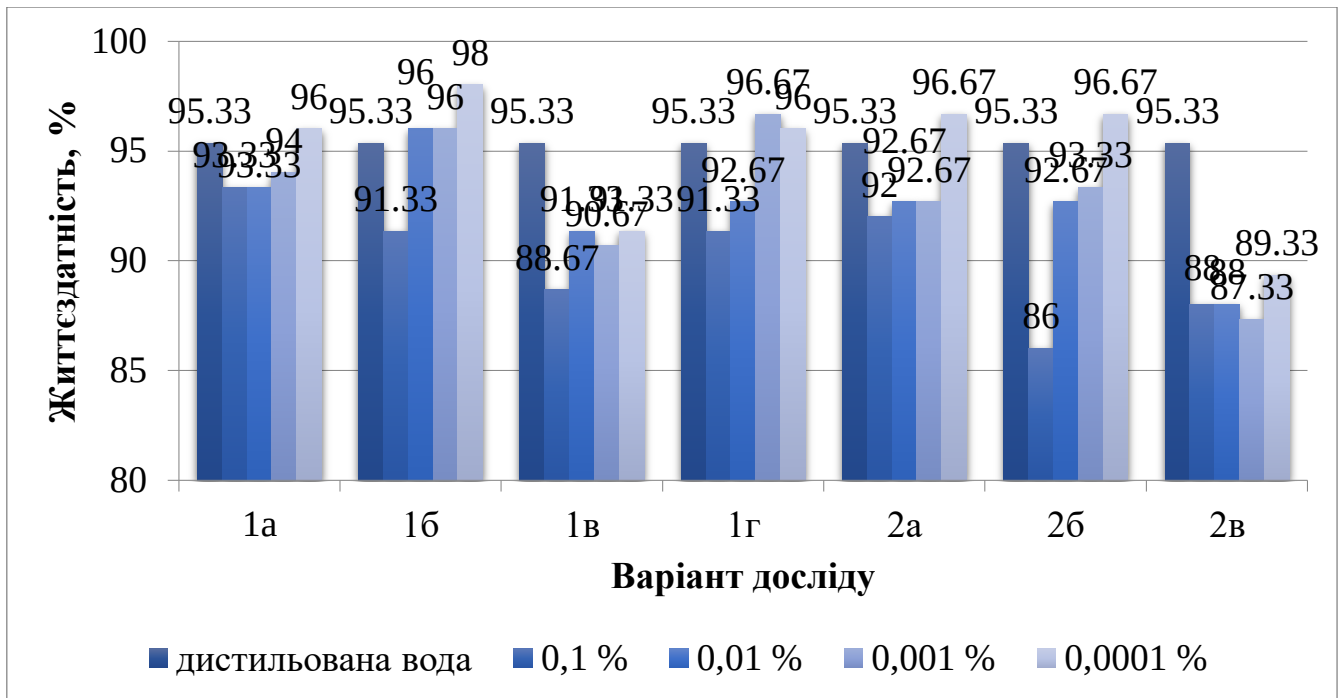


Рис. 2.2. Вплив синтезованих сполук на життєздатність проростка *Cucumis sativus*: НІР₀₅ у варіанті з використанням сполуки **1а** – 8,29; **1б** – 4,69; **1в** – 5,63; **1г** – 7,03; **2а** – 4,15; **2б** – 8,71; **2в** – 6,37.

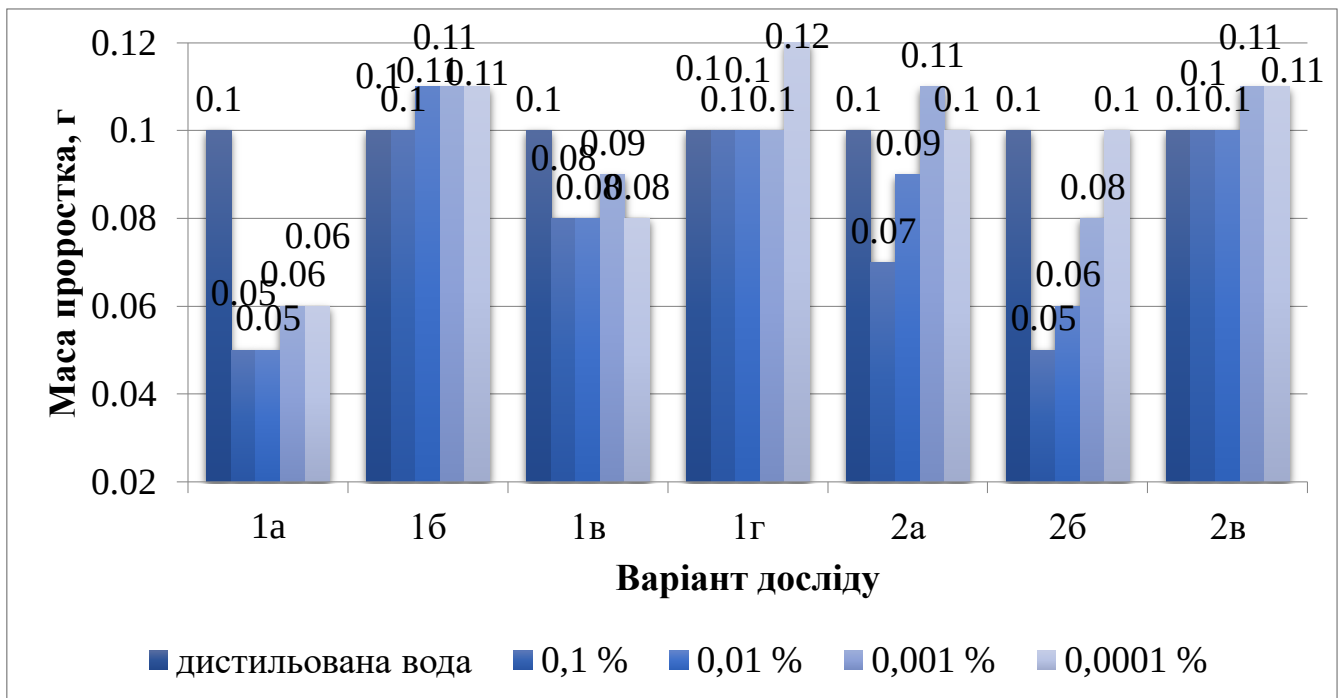


Рис. 2.3. Вплив синтезованих сполук на масу проростка *Cucumis sativus*: НІР₀₅ у варіанті з використанням сполуки **1а** – 0,02; **1б** – 0,01; **1в** – 0,01; **1г** – 0,02; **2а** – 0,01; **2б** – 0,02; **2в** – 0,01.

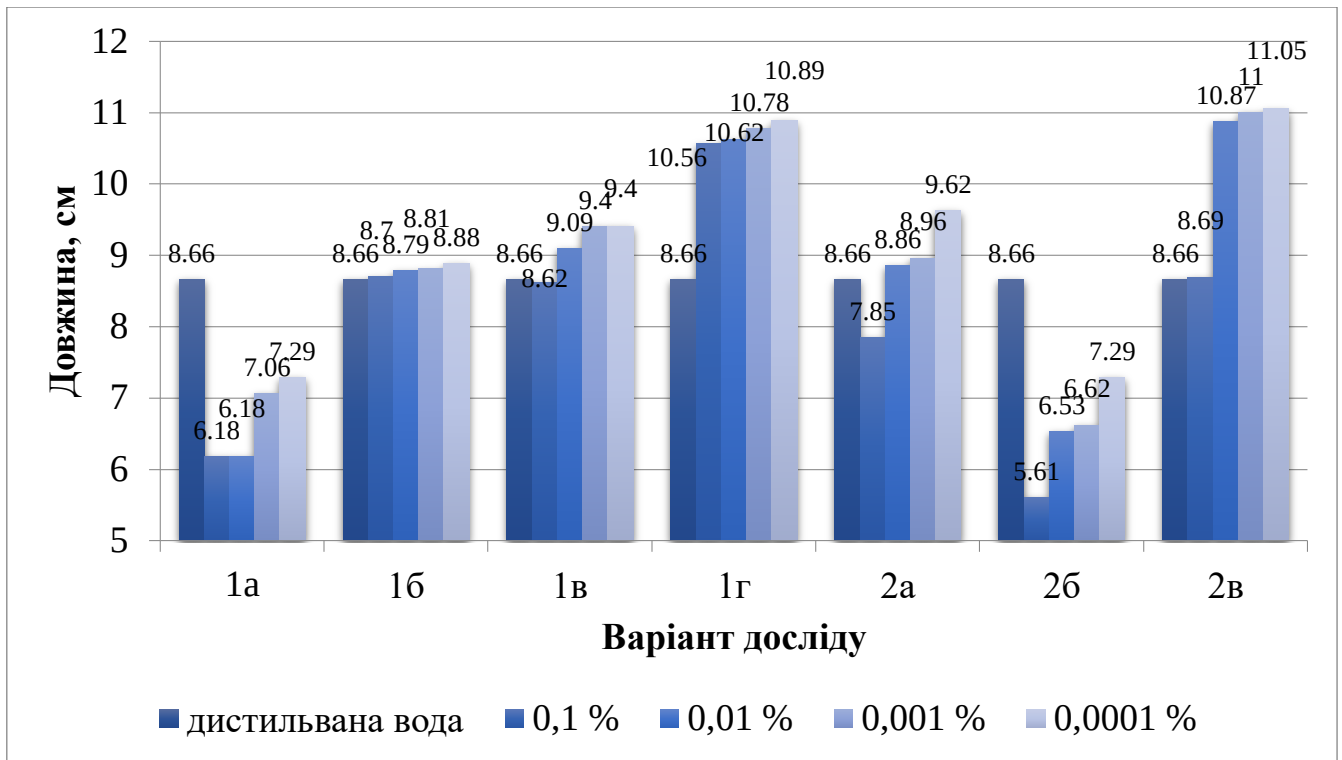


Рис. 2.4. Вплив синтезованих сполук на довжину проростків *Cucumis sativus*: HP_{05} у варіанті з використанням сполуки **1а** – 1,32; **1б** – 1,30; **1в** – 1,70; **1г** – 1,64; **2а** – 1,56; **2б** – 0,97; **2в** – 1,72.

Сполука **2а** демонструвала концентраційно-залежну зміну напрямку впливу. При застосуванні 0,1 % розчину спостерігалось пригнічення ростових процесів (життєздатність 92,0 %, маса 0,07 г, довжина 7,85 см). Зниження концентрації до 0,01 % призвело до припинення затримки розвитку проростків. Подальше зниження концентрації до 0,001 % та 0,0001 % забезпечило прояв стимулюючого ефекту: життєздатність 92,67–96,67 %, маса 0,10–0,11 г, довжина 8,96–9,62 см. При цьому зниження концентрації супроводжувалось інтенсифікацією ростових процесів.

Сполука **1в** характеризувалась практично нейтральною дією. У варіанті з 0,1 % розчином зафіксовано незначний пригнічувальний вплив (життєздатність 88,67 %, маса 0,08 г, довжина 8,62 см). За обробки 0,01–0,0001 % розчинами відмічено прояв активізації ростових процесів, хоча статистично значущої різниці порівняно з контролем не виявлено.

Сполука **1б** у всіх експериментальних варіантах демонструвала виражену тенденцію до стимулювання розвитку проростків. Зниження концентрації призводило до посилення стимулюючого ефекту, хоча це була лише динаміка до активізації ростових процесів без статистично значущої різниці між варіантами. При концентрації 0,0001 % життєздатність становила 98,0 %, маса 0,11 г, довжина 8,88 см.

Сполука **2в** виявляла біологічну активність, подібну до дії **1б**. При використанні 0,1 % розчину життєздатність становила 88,0 %, маса 0,10 г, довжина 8,69 см. Зниження концентрації супроводжувалося посиленням ростових процесів, зокрема подовженням проростків (від 10,87 см до 11,05 см при концентраціях 0,01–0,0001 %), що, ймовірно, пов'язано з інтенсифікацією клітинного розтягнення.

Найбільш виражений стимулюючий вплив на біометричні показники проростків демонструвала сполука **1г**. Щодо життєздатності проростків, достовірної різниці порівняно з контролем не виявлено, однак спостерігалася тенденція до її підвищення зі зменшенням концентрації (91,33–96,67 %). Застосування розчинів у концентраційному діапазоні 0,1–0,001 % не спричиняло достовірних відмінностей маси проростків порівняно з контролем (0,10 г). У варіанті з 0,0001 % розчином спостерігалось статистично значуще зростання маси до 0,12 г. Щодо довжини проростків, зменшення концентрації супроводжувалося посиленням ростових процесів: від 10,56 см до 10,89 см. Варіант із застосуванням 0,0001 % розчину характеризувався чітким рістстимулюючим проявом, забезпечивши активний розвиток рослинного організму.

Підсумовуючи результати досліджень, можна зробити висновок, що новосинтезовані сполуки виявляють інгібуючий вплив на ріст і розвиток рослинного організму *Cucumis sativus* на початкових стадіях органогенезу. Ступінь цього впливу залежить від концентрації робочого розчину та хімічної будови сполуки. Винятком є **1г**, який у концентраціях 0,001 % та 0,0001 %

продемонстрував стимулюючий ефект. Зважаючи на отримані результати, подальше вивчення сполук **1a–в**, **2a–в** є доцільним у контексті їхнього потенційного застосування як гербіцидів для боротьби з дводольними бур'янами. Для сполуки **1г** перспективним напрямом є детальніше дослідження її біологічної активності з акцентом на можливе використання як стимулятора росту рослин.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ СИНТЕЗОВАНИХ 2-(2-ОКСОІНДОЛІН-3-ІЛІДЕН) ЗАМІЩЕНИХ ПОХІДНИХ ІМІДАЗОТІАЗОЛУ ТА ТІАЗОЛОПІРИМІДИНУ НА РОСТОВІ ПРОЦЕСИ *TRITICUM DURUM*

Дане дослідження мало на меті з'ясувати характер впливу вперше отриманих 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених 5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазолонів та 6,7-дигідротіазоло[3,2-*a*]піримідинонів **1a–г** , **2a–в** на фізіолого-біохімічні процеси у рослинах *Triticum durum* на ранніх стадіях онтогенезу. Експериментальна робота охоплювала всебічне вивчення біологічної активності синтезованих речовин на різних фазах формування рослинного організму, зокрема визначення їх впливу на проростання насіння, виживання проростків і ключові біометричні характеристики (масу та довжину ювенільних рослин).

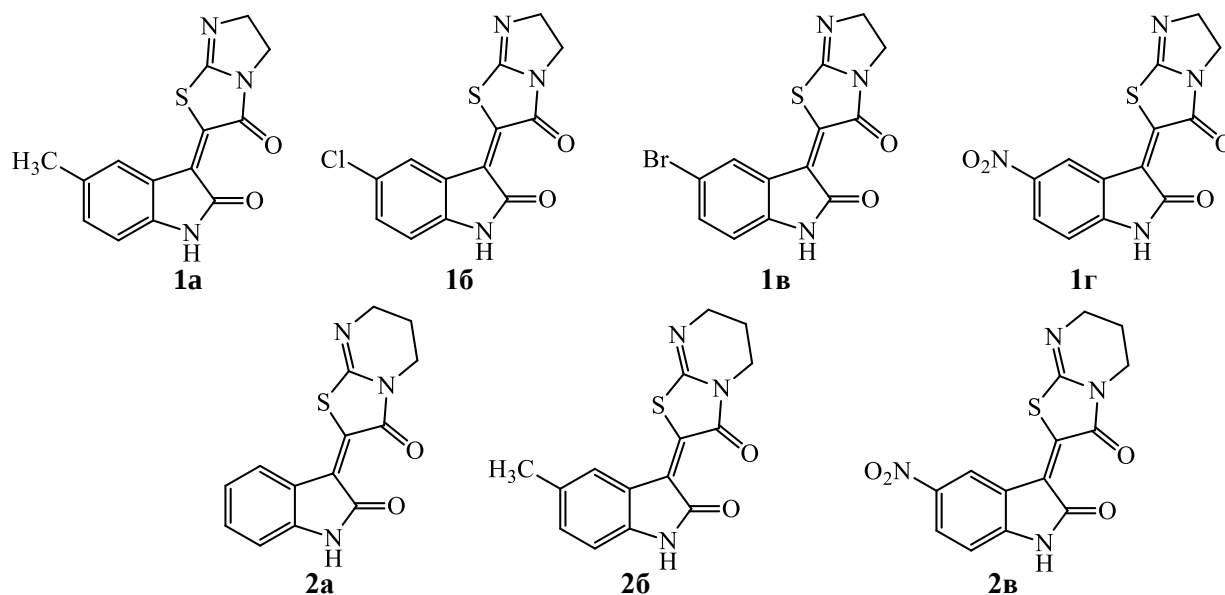


Рис. 3.1. Сполуки, які досліджувалися на інгубуючу активність

Експериментальні дані свідчать, що характер дії досліджуваних сполук **1a–г**, **2a–в** на проростання насіння та морфометричні параметри проростків *Triticum durum* має неоднозначний характер та визначається концентрацією діючого розчину і особливостями молекулярної структури речовин.

Таблиця 3.1

Вплив синтезованих сполук на основні параметри *Triticum durum* на ранніх етапах органогенезу

Сполука	Показник	Варіант дослідю					
		Оброблення насіння					НІР ₀₅
		дист. вода	0,1 %	0,01 %	0,001 %	0,0001 %	
1а	Схожість, %	95,71	–	–	95,56	97,78	6,63
	Маса одного проростка, г	0,11	–	–	0,10	0,11	0,01
	Довжина одного проростка, см	15,96	–	–	15,10	16,37	1,30
1б	Схожість, %	95,71	–	91,78	95,55	97,78	6,26
	Маса одного проростка, г	0,11	–	0,09	0,12	0,12	0,02
	Довжина одного проростка, см	15,96	–	13,63	17,14	17,21	2,60
1в	Схожість, %	95,71	–	91,11	94,45	97,78	6,16
	Маса одного проростка, г	0,11	–	0,09	0,13	0,12	0,03
	Довжина одного проростка, см	15,96	–	13,02	15,57	17,69	2,64
1г	Схожість, %	95,71	–	95,56	97,78	98,89	2,92
	Маса одного проростка, г	0,11	–	0,07	0,16	0,16	0,05
	Довжина одного проростка, см	15,96	–	12,16	18,19	19,33	1,78
2а	Схожість, %	95,71	–	–	92,22	95,56	1,99
	Маса одного проростка, г	0,11	–	–	0,10	0,11	0,01
	Довжина одного проростка, см	15,96	–	–	15,63	15,95	1,57
2б	Схожість, %	95,71	–	93,33	97,78	97,44	5,90
	Маса одного проростка, г	0,11	–	0,07	0,10	0,12	0,03
	Довжина одного проростка, см	15,96	–	9,90	16,06	17,28	2,10
2в	Схожість, %	95,71	–	–	92,22	93,33	4,93
	Маса одного проростка, г	0,11	–	–	0,10	0,11	0,01
	Довжина одного проростка, см	15,96	–	–	15,31	16,54	2,02

Використання 0,1 % розчину в жодному випадку не сприяло виходу насіння пшениці твердої зі стану спокою та початку активних фізіологічних процесів. Це свідчить про виражений інгібуючий ефект досліджуваних сполук у високих концентраціях, що зрештою призводить до загибелі насіння, що проявляється його гниттям.

За обробки насіння 0,01 % розчинами виявлено неоднозначний вплив сполук на рослинний організм. Сполуки **1а**, **2а**, **2в** проявили сильний пригнічуючий вплив на розвиток рослинного організму, де простежувалась їх загибель.

Натомість, у варіантах із застосуванням сполук **1б**, **1в**, **1г**, **2б** такого негативного впливу не зафіксовано – перехід насінин від стану спокою до активної життєдіяльності протікав практично на рівні контрольного варіанта (обробка дистильованою водою), лише з тенденцією до пригнічення розвитку. Показник схожості у цих варіантах становив відповідно 91,78 %, 91,11 %, 95,56 % та 93,33 %, і статистичної значущої різниці відносно контролю (95,71 %) не було виявлено.

Щодо біометричних параметрів, за використання 0,01 % розчинів 2-(5-хлоро-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]-тіазол-3(2*H*)-ону **1б**, 2-(5-бромо-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]-тіазол-3(2*H*)-ону **1в** проростки характеризувалися показниками маси відповідно 0,09 г (обидві сполуки), а довжини – 13,63 см та 13,02 см, тоді як у контрольному варіанті ці параметри становили 0,11 г та 15,96 см, що вказує на інгібуючий вплив. За обробки насіння 0,01 % розчином 2-(5-нітро-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]-тіазол-3(2*H*)-ону **1г** маса проростка становила 0,07 г, що вказувало на пригнічення розвитку. Проте відносно довжини проростка статистично значущих відмінностей не виявлено (12,16 см). За використання 0,01 % розчину 2-(5-метил-2-оксоіндолін-3-іліден)-6,7-дигідро-2*H*-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3(5*H*)-ону **2б** зафіксовано чіткий інгібуючий ефект: маса проростка 0,07 г, довжина 9,90 см.

Зменшення концентрації досліджуваних сполук до 0,001 % послабило їхню інгібуючу дію. Щодо сполуки 2-(5-метил-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазол-3(2*H*)-ону **1a**, то спостерігалася лише незначна тенденція до пригнічення розвитку рослин, оскільки показник схожості становив 95,56 %, що практично відповідало контрольному варіанту (95,71 %). Статистично значущих відмінностей виявлено не було. Аналогічна тенденція зафіксована за обробки насіння 0,001 % розчином **1в** та **2a**, де показник схожості становив 94,45 % та 92,22 % відповідно, а також сполуки **2в** (92,22 %).

За використання 0,001 % розчинів **1б** та **1г** відмічено стимулюючу тенденцію – ці сполуки проявляли активізуючу дію, що забезпечило показник схожості на рівні 95,55 % та 97,78 % відповідно. Для сполуки **2б** показник схожості становив 97,78 %, що також вказувало на позитивну динаміку.

Щодо біометричних показників, використання 0,001 % розчину сполуки **1a** не спричинило суттєвих змін: маса проростка становила 0,10 г, довжина 15,10 см, що практично відповідало контрольним значенням. Аналогічні результати спостерігалась для сполук **2a** (маса 0,10 г, довжина 15,63 см) та **2в** (маса 0,10 г, довжина 15,31 см).

У варіантах із використанням 0,001 % розчинів **1б** та **1в** зафіксовано позитивні результати щодо маси проростка (0,12 г та 0,13 г відповідно) та довжини (17,14 см та 15,57 см). Найбільш виражений стимулюючий ефект був відмічений за обробки насіння 0,001 % розчином **1г**: проросток характеризувався масою 0,16 г та довжиною 18,19 см, забезпечивши приріст відносно контролю на 0,05 г (45,5 %) за масою та на 2,23 см (14,0 %) за довжиною.

Сполука **2б** при концентрації 0,001 % також демонструвала стимулюючий ефект, хоча менш виражений: маса проростка 0,10 г (як у контролі), довжина 16,06 см (приріст 0,10 см).

Найбільш сприятливими для росту і розвитку рослинного організму на ранніх етапах органогенезу виявились 0,0001 % концентрації робочих розчинів.

Щодо сполуки 2-(5-метил-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазол-3(2*H*)-ону **1a**, то при використанні 0,0001 % розчину показники були близькими до контрольних: схожість 97,78 %, маса проростка 0,11 г, довжина 16,37 см. Статистично значущих відмінностей від контролю не виявлено, що свідчить про нейтральний характер впливу при цій концентрації.

Обробка насіння 0,0001 % розчинами **1б** та **1в** забезпечила формування проростків масою 0,12 г та довжиною 17,21 см і 17,69 см відповідно. Це вказує на стимулюючий ефект, особливо щодо довжини проростків (приріст 1,25 см та 1,73 см відповідно).

У варіантах за використання **1г** у концентрації 0,0001 % спостерігався найбільш виражений позитивний вплив на біологічні параметри розвитку проростка. Зокрема, сформувався проросток масою 0,16 г і довжиною 19,33 см. За масою це становило приріст 0,05 г (45,5 %), а за довжиною – 3,37 см (21,1 %) порівняно з контролем.

Сполука 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)-6,7-дигідро-2*H*-тіазоло[3,2-*a*]-піримідин-3(5*H*)-он **2a** при концентрації 0,0001 % характеризувалася показниками, близькими до контрольних: схожість 95,56 %, маса 0,11 г, довжина 15,95 см. Статистично значущої різниці не виявлено.

Сполука **2б** демонструвала стимулюючий вплив при концентрації 0,0001 %: схожість 97,44 %, маса проростка 0,12 г (приріст 0,01 г), довжина 17,28 см (приріст 1,32 см або 8,3 %).

Щодо сполуки **2в**, то при використанні 0,0001 % розчину показники становили: схожість 93,33 %, маса проростка 0,11 г, довжина 16,54 см. Відмічено лише незначну тенденцію до стимулювання розвитку, без статистично значущих відмінностей від контролю.

Дослідження впливу синтезованих сполук при обробленні проростків *Triticum durum* підтвердило варіативний характер їхньої біологічної активності залежно від концентрації та структури сполуки.

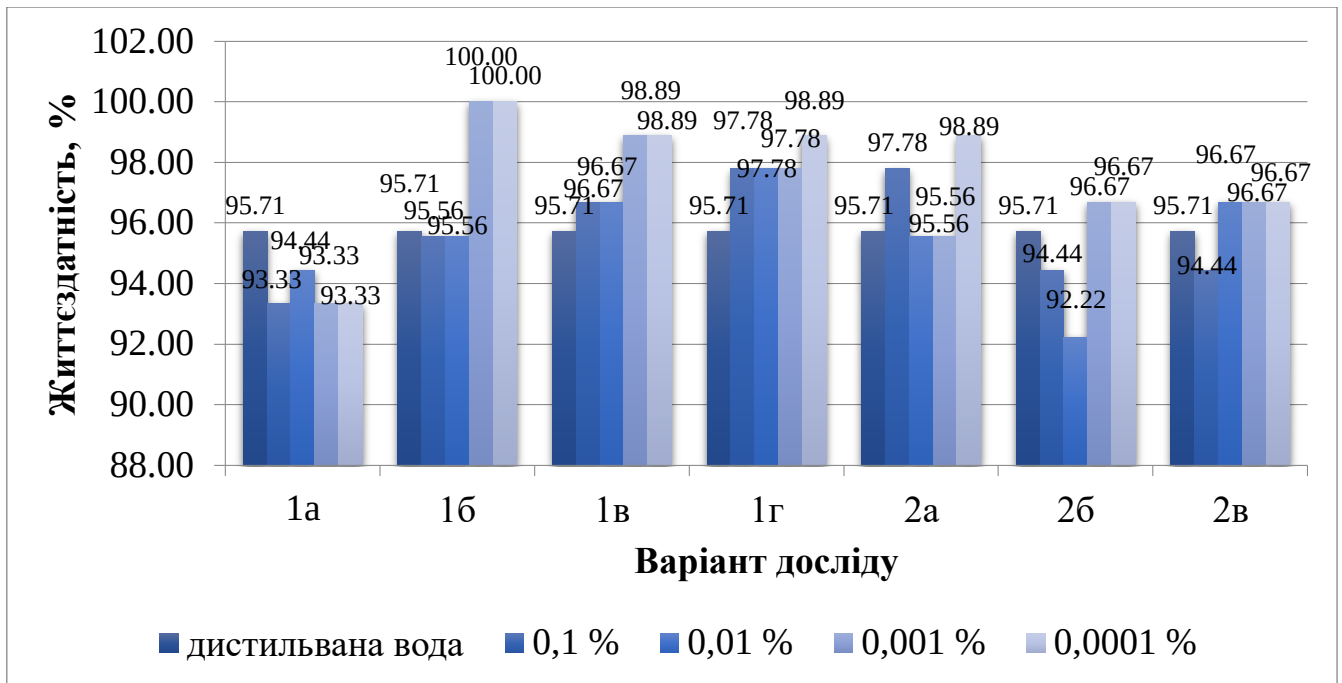


Рис. 3.2. Вплив синтезованих сполук на життєздатність проростка *Triticum durum*:
 НІР₀₅ у варіанті з використанням сполуки **1а** – 7,20; **1б** – 6,48; **1в** – 6,27; **1г** – 10,50;
2а – 4,73; **2б** – 8,38; **2в** – 8,18.

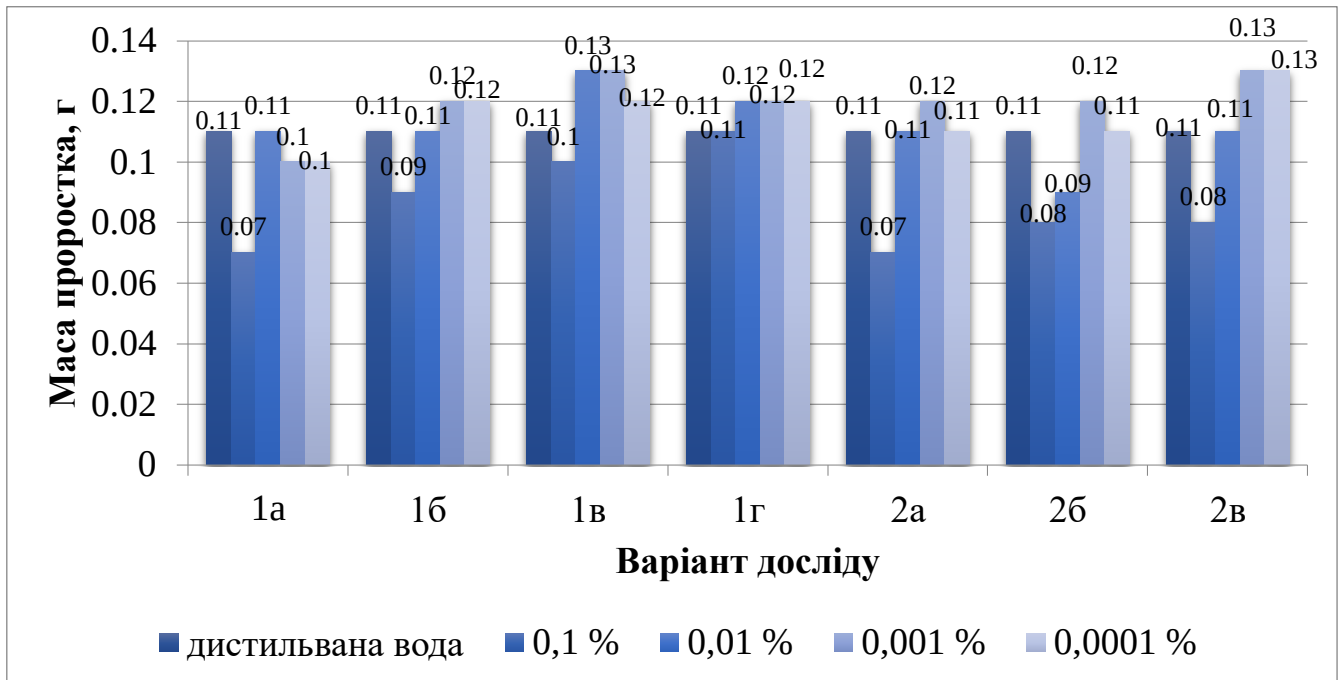


Рис. 3.3. Вплив синтезованих сполук на масу проростка *Triticum durum*:
 НІР₀₅ у варіанті з використанням сполуки **1а** – 0,01; **1б** – 0,02; **1в** – 0,03; **1г** – 0,02;
2а – 0,01; **2б** – 0,02; **2в** – 0,03.

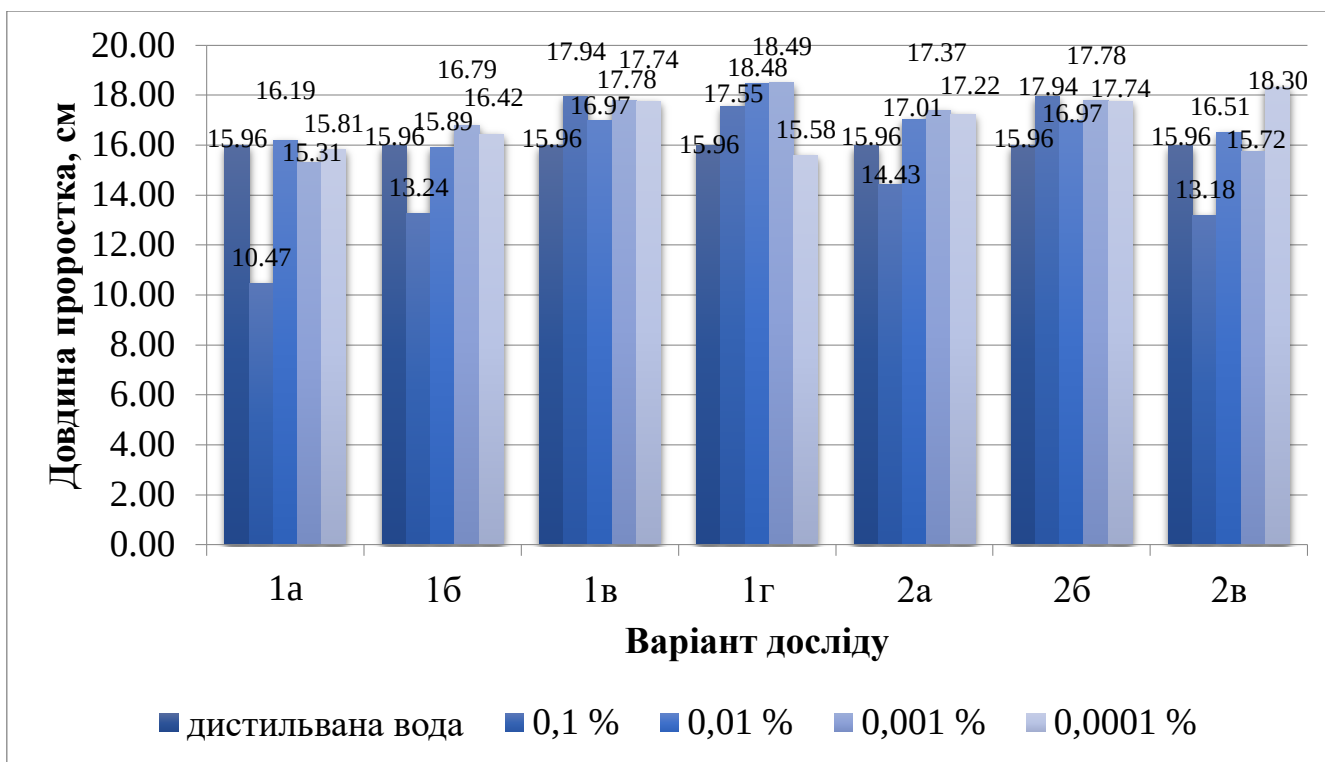


Рис. 3.4. Вплив синтезованих сполук на довжину проростків *Triticum durum*:
 НІР₀₅ у варіанті з використанням сполуки **1а** – 2,07; **1б** – 3,89; **1в** – 2,89; **1г** – 2,34;
2а – 2,01; **2б** – 3,69; **2в** – 2,82.

При обробці проростків 0,1 % розчином сполуки 2-(5-метил-2-оксоіндолін-3-ілден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазол-3(2*H*)-ону **1а** спостерігався найбільш виражений інгібуючий ефект серед усіх досліджуваних сполук. Схожість насіння становила 93,34 %, маса одного проростка – 0,07 г, довжина – 10,47 см, тоді як у контрольному варіанті ці показники становили 95,71 %, 0,11 г та 15,96 см відповідно. За зменшення концентрації від 0,01 % до 0,0001 % інтенсивність інгібуючого ефекту знижувалась, проте показники маси та довжини проростків залишались переважно на рівні контролю або дещо нижче.

Сполука 2-(2-оксоіндолін-3-ілден)-6,7-дигідро-2*H*-тіазоло[3,2-*a*]-піримідин-3(5*H*)-он **2а** демонструвала концентраційно-залежну зміну впливу. При застосуванні 0,1 % розчину спостерігалось пригнічення ростових процесів: схожість 97,78 %, але маса 0,07 г, довжина 14,43 см. Зниження концентрації до 0,01 % призвело до активізації розвитку проростків: схожість 95,56 %, маса 0,11 г,

довжина 17,01 см. Подальше зниження концентрації до 0,001 % забезпечило прояв стимулюючого ефекту: маса 0,12 г, довжина 17,37 см. При концентрації 0,0001 % показники залишались на стимулюючому рівні: маса 0,11 г, довжина 17,22 см.

Сполука 2-(5-метил-2-оксоіндолін-3-іліден)-6,7-дигідро-2H-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3(5*H*)-он **2б** характеризувалася подібною динамікою. У варіанті з 0,1 % розчином зафіксовано пригнічувальний вплив: схожість 94,44 %, маса 0,08 г, довжина 14,52 см. За концентрації 0,01 % показники залишались на рівні легкого пригнічення: маса 0,09 г, довжина 15,00 см. При концентраціях 0,001 % та 0,0001 % спостерігався чіткий стимулюючий ефект: маса 0,12 г та 0,11 г, довжина 18,26 см та 17,51 см відповідно.

Сполука 2-(5-хлоро-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазол-3(2*H*)-он **1б** у всіх експериментальних варіантах демонструвала виражену тенденцію до стимулювання розвитку проростків. При концентрації 0,1 % показники становили: схожість 95,56 %, маса 0,09 г, довжина 13,24 см, що вказувало на незначне пригнічення. Зниження концентрації до 0,01 % забезпечило показники на рівні контролю: маса 0,11 г, довжина 15,89 см. При концентраціях 0,001 % та 0,0001 % спостерігався чіткий стимулюючий ефект: схожість 100,00 % в обох варіантах, маса 0,12 г, довжина 16,79 см та 16,42 см відповідно.

Сполука 2-(5-бромо-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]-тіазол-3(2*H*)-он **1в** характеризувалась стимулюючою дією у всіх концентраційних варіантах. При використанні 0,1 % розчину схожість становила 96,67 %, маса 0,10 г, довжина 17,94 см. За обробки 0,01–0,0001 % розчинами відмічено виражений прояв активізації ростових процесів: схожість 96,67–98,89 %, маса 0,12–0,13 г, довжина 16,97–17,78 см.

Сполука 2-(5-нітро-2-оксоіндолін-3-іліден)-6,7-дигідро-2H-тіазоло[3,2-*a*]піримідин-3(5*H*)-он **2в** виявляла біологічну активність, подібну до дії **1в**. При використанні 0,1 % розчину схожість становила 94,44 %, маса 0,08 г, довжина 13,18 см. Зниження концентрації супроводжувалося посиленням ростових

процесів, зокрема при концентраціях 0,001 % та 0,0001 % маса становила 0,13 г в обох варіантах, а довжина – 15,72 см та 18,30 см відповідно.

Найбільш виражений стимулюючий вплив на біометричні показники проростків демонструвала сполука 2-(5-нітро-2-оксоіндолін-3-іліден)-5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]-тіазол-3(2*H*)-он **1г**. Щодо схожості проростків, спостерігалася чітка тенденція до її підвищення: від 97,78 % при концентраціях 0,1–0,001 % до 98,89 % при 0,0001 %. Застосування розчинів у концентраційному діапазоні 0,1–0,0001 % спричиняло стабільне зростання маси проростків від 0,11 г до 0,12 г. Щодо довжини проростків, зменшення концентрації від 0,1 % до 0,001 % супроводжувалося посиленням ростових процесів: від 17,55 см до 18,49 см. Варіанти із застосуванням 0,01 % та 0,001 % розчинів характеризувалися найбільш вираженим рістстимулюючим проявом, забезпечивши довжину проростків на рівні 18,48 см та 18,49 см відповідно.

Підсумовуючи результати досліджень, можна зробити висновок, що новосинтезовані сполуки виявляють варіативний вплив на ріст і розвиток рослинного організму *Triticum durum* на початкових стадіях органогенезу. Ступінь цього впливу залежить від концентрації робочого розчину та хімічної будови сполуки. Сполуки **1б**, **1в**, **1г**, **2а**, **2б** та **2в** у концентраціях 0,001 % та 0,0001 % продемонстрували стимулюючий ефект. Найбільш перспективною для подальшого вивчення як потенційного стимулятора росту зернових культур є сполука **1г**, яка забезпечила найвищі показники біометричних параметрів проростків. Сполука **1а** при високих концентраціях проявила інгібуючий вплив, що робить її перспективною для подальшого дослідження як потенційного гербіциду.

РОЗДІЛ 4

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1. Експериментальна частина до розділу 2

Об'єктом дослідження була модельна дводольна рослина *Cucumis sativus*. Експериментальні процедури проводили з триразовою повторюваністю для забезпечення статистичної достовірності отриманих результатів.

Дослідження було спрямоване на визначення впливу 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених 5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазолонів та 6,7-дигідротіазоло[3,2-*a*]піримідинонів на ранніх стадіях органогенезу рослинного організму. Для цього використовували дві експериментальні моделі.

Схема 1 передбачала контрольний варіант (замочування насіння у дистильованій воді) та серію варіантів обробки насіннєвого матеріалу розчинами тестованої сполуки в концентраціях 0,1 %, 0,01 %, 0,001 % та 0,0001 %. Схожість насіння визначали згідно з нормативними вимогами ДСТУ 4138-2002, розраховуючи середнє значення між трьома аналітичними пробами (по 50 насінин у кожній). Оброблене протягом 24 год насіння піддавали процесу пророщування у стерильних умовах на фільтрувальному папері в чашках Петрі при контрольованій температурі 25°C. Моніторинг проростання здійснювали щоденно протягом 7 діб, після чого оцінювали лабораторну схожість, визначену як відсоткове співвідношення кількості пророслого насіння до загальної кількості висіяного матеріалу.

Схема 2 передбачала обробку на 7-му добу проростків, вирощених у дистильованій воді за стандартними умовами ДСТУ 4138-2002 [39]. Дослідні варіанти включали контроль (дистильована вода) та серію розчинів тестованої сполуки у концентраціях 0,1 %, 0,01 %, 0,001 % та 0,0001 %. Для кожного варіанту аналізу відбирали три проби по 50 морфологічно однорідних і непошкоджених

проростків. Після експозиції у досліджуваних розчинах оцінювали їх життєздатність за критерієм активного росту, вираженим у відсотковому співвідношенні до загальної кількості проростків у вибірці.

На 7-й день (для першої моделі) та 14-й день (для другої моделі) виконували біометричний аналіз, включаючи визначення середньої сирої маси ваговим методом та вимірювання лінійних параметрів проростків (довжини). Для кожного експериментального варіанту здійснювали аналіз 30 проростків.

Запропоновані експериментальні моделі дозволяють оцінити вплив досліджуваних сполук на ключові фізіолого-біохімічні процеси, що супроводжують проростання насіння та ранні етапи морфогенезу проростків. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали методом однофакторного дисперсійного аналізу, з використанням комп'ютерної програми Alfa (див. Додаток А).

4.2. Експериментальна частина до розділу 3

Вивчення фітогормональної активності синтезованих сполук проводили за схемою, яка передбачала такі варіанти:

1. Контроль (оброблення проростків дистильованою водою).
2. Обробка проростків 0,1 % розчином новосинтезованих сполук.
3. Обробка проростків 0,01 % розчином новосинтезованих сполук.
4. Обробка проростків 0,001 % розчином новосинтезованих сполук.
5. Обробка проростків 0,0001 % розчином новосинтезованих сполук.

Досліджувана культура – *Triticum durum*. Повторюваність експерименту – триразова. Новосинтезовані сполуки – 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщені 5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазолони та 6,7-дигідротіазоло[3,2-*a*]піримідинони.

Така схема досліджень дає змогу вивчити вплив різних концентрацій досліджуваних сполук на фізіологічні процеси рослинного організму на початковій стадії органогенезу *Triticum durum*. Підготовчий етап досліджень

передбачав отримання сформованих проростків *Triticum durum*. Його проводили за дотримання умов згідно з ДСТУ 4138-2002 [39], яким передбачено, що оптимальна температура для пророщення насіння такої культури становить +20°C. На восьмиденний термін розвитку проростків було проведено закладку досліду. Безпосередньо для експерименту на кожен варіант відібрали по 50 шт. непошкоджених і рівнозначних (відхилення у рості не більше 10 %) проростків. Наступним етапом передбачалося проведення обробки проростків дистильованою водою (контроль) і розчинами досліджуваних сполук відповідних концентрацій – 0,1 %, 0,01 %, 0,001 %, 0,0001 %. Підготовка робочих розчинів сполук відбувалась шляхом їх додавання до дистильованої води у таких дозах: 1000 мг/л (0,1 %), 100 мг/л (0,01 %), 10 мг/л (0,001 %), 1 мг/л (0,0001 %).

Завершивши експеримент, фіксували такі показники: життєздатність проростків та їх біометричні параметри (середня маса та середня довжина однієї одиниці). Життєздатність проростків визначали як відсоткове співвідношення кількості проростків, що активно розвиваються, до загальної кількості, яку було використано на початку закладки експерименту (50 шт.). Середню масу одного проростка визначали ваговим методом, середню довжину одного проростка – вимірюванням, аналізуючи по 50 проростків з кожного варіанту досліду.

Математичне опрацювання результатів досліджень виконували методом дисперсійного аналізу, з використанням комп'ютерної програми Alfa (див. Додаток Б).

ВИСНОВКИ

1. Проведено дослідження ріст регулюючої активності 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених похідних 5,6-дигідроімідазо[2,1-*b*]тіазолонів та 6,7-дигідротіазоло[3,2-*a*]піримідинонів щодо дводольної рослини *Cucumis sativus* та однодольної культури *Triticum durum* на ранніх етапах онтогенезу.
2. Встановлено, що досліджувані сполуки у концентрації 0,1 % виявляють виражену інгібуючу дію на проростання насіння обох культур, що супроводжується повною або частковою загибеллю проростків.
3. У концентраційному діапазоні 0,01–0,0001 % дія речовин має концентраційно-залежний характер та може змінюватися від інгібування до нейтрального або стимулюючого впливу.
4. Для *Cucumis sativus* найбільш виражену інгібуючу дію проявили сполуки **1a** та **2b**, тоді як сполука **1г** у концентраціях 0,001 % та 0,0001 % виявила стимулюючий вплив на біометричні показники проростків.
5. Для *Triticum durum* у низьких концентраціях (0,001–0,0001 %) більшість досліджуваних сполук проявляли нейтральний або стимулюючий ефект, при цьому максимальну ріст активуючу дію встановлено для сполуки **1г**.
6. Виявлено відмінності у чутливості дводольних та однодольних рослин до дії досліджуваних сполук, що свідчить про вибірковість їх біологічної активності.
7. Встановлено взаємозв'язок між хімічною будовою молекул, природою замісників в ізатиновому ядрі та характером ріст регулюючої дії досліджуваних речовин.
8. Отримані результати підтверджують доцільність подальших досліджень 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених похідних як потенційних гербіцидних агентів та регуляторів росту рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Keshari M., Khan R. A., Habibullah Yusuf M., Ahmed B. Pharmacophore modeling, design, and synthesis of potent antihypertensives, oxazolo/thiazolo-[3,2-a]-pyrimidin-3(2H)-one, and 1,5-dihydroimidazo-[1,2-a]-pyrimidin-3(2H)-one derivatives: A pilot trial. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2020. Vol. 30, № 23. P. 127604. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2020.127604>
2. Chang L., Duy Do L., Mébarek S., Popowycz F., Pellet-Rostaing S., Lemaire M., Buchet R. Synthesis and evaluation of thiophenyl derivatives as inhibitors of alkaline phosphatase. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. 2011. Vol. 21, № 8. P. 2297–2301. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2011.02.039>
3. Lecat-Guillet N., Ambroise Y. Synthesis and evaluation of imidazo[2,1-b]thiazoles as iodide efflux inhibitors in thyrocytes. *ChemMedChem*. 2009. Vol. 4, № 11. P. 1819–1830. DOI: <https://doi.org/10.1002/cmdc.200900146>
4. Brough P. A., Cheetham S. C., Kerrigan F., Watts J. P. Thiazoloderivatives and pharmaceutical compositions containing them. WO Patent 00/71549. 2000.
5. Li Y., Bionda N., Fleeman R., Wang H., Ozawa A., Houghten R. A., Shaw L. Identification of 5,6-dihydroimidazo[2,1-b]thiazoles as a new class of antimicrobial agents. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2016. Vol. 24, № 21. P. 5633–5638. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2016.09.025>
6. Dominguez C., Wityak J., Bard J., Kiselyov A., Brown C. J., Galan S. R. G., Prime M. E., Giles P. R., Gadouleau E. L. P., Krülle T. M., Clark-Frew D., Johnson P. D., Schaertl S., Herrmann F., Grimm S. K., Kahmann J. D., Scheich C., Coe S., Hayes S. Probes for imaging Huntingtin protein. WO Patent 2016/033445. 2016.
7. Jin C.-H., Jun K.-Y., Lee E., Kim S., Kwon Y., Kim K., Na Y. Ethyl 2-(benzylidene)-7-methyl-3-oxo-2,3-dihydro-5H-thiazolo[3,2-a]pyrimidine-6-carboxylate analogues as a new scaffold for protein kinase casein kinase 2

- inhibitor. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2014. Vol. 22, № 17. P. 4553–4565. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2014.07.037>
8. Nobe K., Miyatake M., Nobe H., Sakai Y., Takashima J., Momose K. Novel diacylglycerol kinase inhibitor selectively suppressed an U46619-induced enhancement of mouse portal vein contraction under high glucose conditions. *British Journal of Pharmacology*. 2004. Vol. 143, № 1. P. 166–178. DOI: <https://doi.org/10.1038/sj.bjp.0705911>
 9. Batool I., Saeed A., Qureshi I. Z., Kalsoom S., Razzaq A. Synthesis, molecular docking and biological evaluation of new thiazolopyrimidine carboxylates as potential antidiabetic and antibacterial agents. *Research on Chemical Intermediates*. 2016. Vol. 42, № 3. P. 1139–1163. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11164-015-2078-2>
 10. Goyal A., Kaur B., Kaur A., Gupta V. K., Gupta M. Synthesis and biological activity of 2-(4-substituted benzylidene)-7-methyl-2H-thiazolo[3,2-a]pyrimidine-3,5-diones. *Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University*. 2014. Vol. 52, № 2. P. 259–267. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bfopcu.2014.09.001>
 11. Bhalgat C. M., Ramesh B. Synthesis, antimicrobial screening and structure-activity relationship of novel pyrimidines and their thioethers. *Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University*. 2014. Vol. 52, № 2. P. 259–267. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bfopcu.2014.09.004>
 12. Danel K., Pedersen E. B., Nielsen C. Synthesis and Anti-HIV-1 Activity of Novel 2,3-Dihydro-7H-thiazolo[3,2-a]pyrimidin-7-ones. *Journal of Medicinal Chemistry*. 1998. Vol. 41, № 2. P. 191–198. DOI: <https://doi.org/10.1021/jm970443m>
 13. Al-Rashood S. T., Elshahawy S. S., El-Qaias A. M., El-Behedy D. S., Hassanin A. A., El-Sayed S. M., El-Messery S. M., Shaldam M. A., Hassan G. S. New Thiazolopyrimidine as anticancer agents: Synthesis, biological evaluation, DNA binding, Molecular modeling and ADMET study. *Bioorganic & Medicinal*

- Chemistry Letters*. 2020. Vol. 30, № 23. P. 127611. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2020.127611>
14. Hassan G. S. Synthesis and antitumor activity of certain new thiazolo[2,3-b]quinazoline and thiazolo[3,2-a]pyrimidine analogs. *Medicinal Chemistry Research*. 2014. Vol. 23, № 1. P. 388–401. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00044-013-0649-6>
 15. Tozkoparan B., Ertan M., Kelicen P., Demirdamar R. Synthesis and anti-inflammatory activities of some thiazolo[3,2-a]pyrimidine derivatives. *Il Farmaco*. 1999. Vol. 54, № 9. P. 588–593. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0014-827X\(99\)00068-3](https://doi.org/10.1016/S0014-827X(99)00068-3)
 16. Abdel Moty S. G., Hussein M. A., Abdel Aziz S. A., Abou-Salim M. A. Design and synthesis of some substituted thiazolo[3,2-a]pyrimidine derivatives of potential biological activities. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2016. Vol. 24, № 2. P. 119–132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2013.12.016>
 17. Selvam T. P., Karthik V., Kumar P. V., Ali M. A. Design, synthesis, antinociceptive, and anti-inflammatory properties of thiazolopyrimidine derivatives. *Toxicological & Environmental Chemistry*. 2012. Vol. 94, № 7. P. 1247–1258. DOI: <https://doi.org/10.1080/02772248.2012.703204>
 18. Haga T., Nagano H., Enomoto M., Morita K., Sato M. Preparation of isatin derivatives as herbicides. Jpn. Patent 63313770. 1988.
 19. Hambsch E. Isatins as selective herbicides. Ger. Patent DE1013469. 1957.
 20. Wang J., Tan H., Li Y., Ma Y., Li Z., Guddat L. W. Chemical Synthesis, in Vitro Acetohydroxyacid Synthase (AHAS) Inhibition, Herbicidal Activity, and Computational Studies of Isatin Derivatives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011. Vol. 59, № 18. P. 9892–9900. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf201718v>

21. Tan H. Z., Wang W. M., Shang J. L., Song H. B., Li Z. M., Wang J. G. Syntheses, crystal structures and bioactivities of two isatin derivatives. *Chinese Journal of Structural Chemistry*. 2011. Vol. 30, № 4. P. 502–507.
22. Schreiber K., Stephan U., Wegner G. Agent for controlling the growth of clover, especially red clover. Ger. Patent DD121011. 1976.
23. Daghlavi A., Kowsari E., Abdouss M., Ghasemi M. H., Asadi E. Catalytic Synthesis of Thiazolidines by the Reaction of Nef-Isocyanide Reaction. *Research on Chemical Intermediates*. 2020. Vol. 46, № 7. P. 3593–3605. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11164-020-04163-2>
24. Wang H., Wu X., Wang L., Li E., Li X., Tong T., Kang H., Xie J., Shen G., Lv X. One-Pot Synthesis of Benzimidazo[2,1-b]Thiazoline Derivatives through an Addition/Cyclization/Oxidative Coupling Reaction. *The Journal of Organic Chemistry*. 2020. Vol. 85, № 18. P. 11934–11941. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.joc.0c01137>
25. Zhong X., He F., Ran Q., Li W., Xiong H., Zhou W. Cascade Nucleophilic Addition/Cyclization/C–N Coupling of o-Iodo-phenyl Isothiocyanates with Propargylamines: Access to Benzimidazo[2,1-b]Thiazole Derivatives. *Asian Journal of Organic Chemistry*. 2021. Vol. 10, № 12. P. 3253–3256. DOI: <https://doi.org/10.1002/ajoc.202100545>
26. Calderón-Rangel D., Pérez K. A. G., Díaz A. C., Gámez-Montaña R. One-Pot Synthesis of Imidazo[2,1-b]Thiazole via Groebke–Blackburn–Bienaymé Reaction under Free Catalysts. *ECSOC 2023*. Basel : MDPI, 2023. P. 103. DOI: <https://doi.org/10.3390/ecsoc-27-16095>
27. Mukku N., Maiti B. On Water Catalyst-Free Synthesis of Benzo[d]Imidazo[2,1-b]Thiazoles and Novel N-Alkylated 2-Aminobenzo[d]Oxazoles under Microwave Irradiation. *RSC Advances*. 2020. Vol. 10, № 2. P. 770–778. DOI: <https://doi.org/10.1039/C9RA08929B>

28. Ammar Y. A., Farag A. A., Ali A. M., Hessein S. A., Askar A. A., Fayed E. A., Elsisi D. M., Ragab A. Antimicrobial Evaluation of Thiadiazino and Thiazolo Quinoxaline Hybrids as Potential DNA Gyrase Inhibitors; Design, Synthesis, Characterization and Morphological Studies. *Bioorganic Chemistry*. 2020. Vol. 99. P. 103841. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.103841>
29. Bonacorso H. G., Lourega R. V., Wastowski A. D., Flores A. F. C., Zanatta N., Martins M. A. P. β -Alkoxyvinyl Trichloromethyl Ketones as N-Heterocyclic Acylating Agent. A New Access to 5H-Thiazolo[3,2-a]Pyrimidin-5-Ones. *Tetrahedron Letters*. 2002. Vol. 43, № 51. P. 9315–9318. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0040-4039\(02\)02337-7](https://doi.org/10.1016/S0040-4039(02)02337-7)
30. Peterlin-Mašič L., Malešič M., Breznik M., Krbavčič A. Synthesis of New Functionalized Imidazo[2,1-b]Thiazoles and Thiazolo[3,2-a]Pyrimidines. *Journal of Heterocyclic Chemistry*. 2000. Vol. 37, № 1. P. 95–101. DOI: <https://doi.org/10.1002/jhet.5570370115>
31. Bevk D., Kmetić M., Recnik S., Svete J., Golic L., Golobic A., Stanovnik B. Synthesis and Transformations of Ethyl (Z)-2-(2,3-Dihydro-1,3-Dioxo-1H-Isoindol-2-yl)-3-(Dimethylamino)Propenoate. *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. 2001. Vol. 37, № 12. P. 1498–1510. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1014505209422>
32. Stanovnik B., Jukic L., Svete J. Reactions of Alkyl (Z)-2-[(E)-2-Cyano-2-(2-Pyridinyl)Ethenyl]Amino-3-Dimethylaminopropenoates with C- and N-Nucleophiles. The Synthesis of Fused 2H,5H-Pyran-2,5-Diones, 4H-Pyrimidin-4-Ones, and 1-Heteroaryl-1H-Imidazole-4-Carboxylates. *Heterocycles*. 2001. Vol. 55, № 4. P. 705–718. DOI: <https://doi.org/10.3987/COM-00-9150>
33. Abdel Moty S. G., Hussein M. A., Abdel Aziz S. A., Abou-Salim M. A. Design and Synthesis of Some Substituted Thiazolo[3,2-a]Pyrimidine Derivatives of Potential Biological Activities. *Saudi Pharmaceutical Journal*. 2016. Vol. 24, № 2. P. 119–132. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2013.12.016>

34. Kaskevich K. I., Babushkina A. A., Gurzhiy V. V., Egorov D. M., Svintsitskaya N. I., Dogadina A. V. Synthesis of 3(2)-Phosphonylated Thiazolo[3,2-a]Oxopyrimidines. *Beilstein Journal of Organic Chemistry*. 2020. Vol. 16. P. 1947–1954. DOI: <https://doi.org/10.3762/bjoc.16.161>
35. Devineni S. R., Madduri T. R., Chamarthi N. R., Liu C.-Q., Pavuluri C. M. An Efficient Microwave-Promoted Three-Component Synthesis of Thiazolo[3,2-a]Pyrimidines Catalyzed by SiO₂–ZnBr₂ and Antimicrobial Activity Evaluation. *Chemistry of Heterocyclic Compounds*. 2019. Vol. 55, № 3. P. 266–274. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10593-019-02452-2>
36. Selvam T. P., Karthik V., Kumar P. V., Ali M. A. Design, Synthesis, Antinociceptive, and Anti-Inflammatory Properties of Thiazolopyrimidine Derivatives. *Toxicological & Environmental Chemistry*. 2012. Vol. 94, № 7. P. 1247–1258. DOI: <https://doi.org/10.1080/02772248.2012.703204>
37. Jin C.-H., Jun K.-Y., Lee E., Kim S., Kwon Y., Kim K., Na Y. Ethyl 2-(Benzylidene)-7-Methyl-3-Oxo-2,3-Dihydro-5H-Thiazolo[3,2-a]Pyrimidine-6-Carboxylate Analogues as a New Scaffold for Protein Kinase Casein Kinase 2 Inhibitor. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*. 2014. Vol. 22, № 17. P. 4553–4565. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2014.07.037>
38. Yaremenko F., Beryozkina T., Khvat A., Svidlo I., Shishkin O., Shishkina S., Orlov V. 5,7-Substituted Thiazolo[2,3-a]Pyrimidines: Synthesis, Stereochemistry and Crystal Structure. *Journal of Molecular Structure*. 2008. Vol. 874, № 1–3. P. 57–63. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2007.03.031>
39. ДСТУ 4138-2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. Державний стандарт України. Вид. офіц. [чинний від 2004-01-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2003. 173 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Експериментально розраховані біометричні показники проростків *Cucumis sativus*
під впливом досліджуваних сполук за різних концентрацій

Схожість, %					
№	Варіант 1а	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	94	92	96	94
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	98	88	94	93,33
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	88	100	94	94
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	94	100	94	96
НІР ₀₅					8,29
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	92	80	88	86,67
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	88	94	94	92
НІР ₀₅					6,32

Маса одного паростка, г					
№	Варіант 1а	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0,05	0,05	0,04	0,05
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0,06	0,06	0,04	0,05
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0,06	0,06	0,07	0,06
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0,07	0,04	0,06	0,06
НІР ₀₅					0,02
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0,03	0,02	0,05	0,03
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0,04	0,1	0,08	0,07
НІР ₀₅					0,03

Довжина паростків, см

№	Варіант 1а	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	6,01	7,16	5,37	6,18
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	7,06	8,03	6,78	7,29
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	6,96	6,82	7,39	7,06
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	7,50	6,05	6,88	6,81
HIP ₀₅					1,32
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	4,7	5,58	6,06	5,45
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	5,10	7,30	4,70	5,70
HIP ₀₅					1,33

Схожість, %

№	Варіант 1б	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	88	96	90	91,33
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	92	98	98	96
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	96	96	96	96
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	98	100	96	98
HIP ₀₅					4,69
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	92	86	96	91,33
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	96	96	96	96
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	98	92	94	94,67
HIP ₀₅					4,51

Маса одного паростка, г

№	Варіант 1б	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0,12	0,11	0,12	0,12
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0,10	0,11	0,11	0,11
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0,09	0,10	0,11	0,10
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0,10	0,11	0,10	0,10
НІР ₀₅					0,01
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0,05	0,05	0,04	0,05
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0,09	0,09	0,09	0,09
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0,10	0,09	0,08	0,09
НІР ₀₅					0,01

Довжина паростків, см

№	Варіант 1б	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	9,60	8,24	8,80	8,88
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	8,74	9,12	8,50	8,79
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	8,24	7,74	9,52	8,50
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	8,37	9,54	8,53	8,81
НІР ₀₅					1,30
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	7,12	5,56	6,52	6,40
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	7,94	8,57	-	8,26
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	8,06	8,67	7,06	7,93
НІР ₀₅					4,12

Схожість, %

№	Варіант 1в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	90	84	92	88,67
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	92	94	88	91,33
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	90	92	90	90,67
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	92	86	86	88
НІР₀₅					5,63
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	96	94	94	94,67
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	88	94	86	89,33
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	92	90	94	92
НІР₀₅					4,58

Маса одного паростка, г

№	Варіант 1в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0,09	0,09	0,10	0,09
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0,09	0,08	0,08	0,08
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0,08	0,10	0,08	0,09
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0,07	0,08	0,08	0,08
НІР₀₅					0,01
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0,08	0,04	0,06	0,06
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0,09	0,08	0,09	0,09
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0,09	0,07	0,09	0,08
НІР₀₅					0,02

Довжина паростків, см

№	Варіант 1в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	10,09	11,51	10,27	10,62
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	10,37	8,12	8,78	9,09
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	8,93	9,60	9,68	9,40
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	8,19	9,58	10,44	9,40
НІР₀₅					1,70
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	8,81	6,45	6,70	7,32
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	9,47	9,35	8,25	9,02
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	8,93	8,64	9,24	8,94
НІР₀₅					1,35

Схожість, %

№	Варіант 1г	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	88	86	90	88
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	92	96	90	92,67
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	80	78	86	81,33
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	78	88	80	82
НІР₀₅					7,03
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	88	80	84	84
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	82	96	90	89,33
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	74	94	86	84,67
НІР₀₅					11,06

Маса одного паростка, г

№	Варіант 1г	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0,10	0,11	0,08	0,10
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0,08	0,09	0,07	0,08
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0,12	0,09	0,07	0,09
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0,12	0,12	0,10	0,11
НІР₀₅					0,02
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0,08	0,08	0,08	0,08
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0,09	0,08	0,08	0,08
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0,12	0,08	0,09	0,10
НІР₀₅					0,02

Довжина паростків, см

№	Варіант 1г	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	10,89	10,85	11,04	10,93
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	10,55	7,84	10,31	9,56
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	10,29	10,99	9,32	10,20
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	10,34	10,58	10,34	10,42
НІР₀₅					1,64
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	10,34	9,83	10,28	10,15
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	11,04	10,19	11,17	10,80
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	10,64	10,00	10,81	10,48
НІР₀₅					0,56

Схожість, %

№	Варіант 2а	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	96	88	92	92
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	96	90	92	92,67
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	92	94	92	92,67
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	96	96	98	96,67
НІР₀₅					4,15
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	88	88	84	86,67
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	92	94	92	92
НІР₀₅					5,41

Маса одного паростка, г

№	Варіант 2а	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0,06	0,07	0,07	0,07
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0,09	0,09	0,09	0,09
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0,10	0,12	0,11	0,11
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0,10	0,09	0,09	0,10
НІР₀₅					0,01
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0,03	0,04	0,03	0,03
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0,04	0,04	0,03	0,04
НІР₀₅					0,01

Довжина паростків, см

№	Варіант 2а	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	7,49	8,77	7,29	7,85
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	9,39	8,14	9,06	8,86
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	8,40	10,02	10,45	9,62
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	9,21	7,99	9,67	8,96
НІР₀₅					1,56
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	8,81	8,24	8,63	8,56
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	8,76	7,44	7,79	8,00
НІР₀₅					0,73

Схожість, %

№	Варіант 2б	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	72	88	98	86
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	96	96	98	96,67
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	88	92	100	93,33
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	94	92	92	92,67
НІР₀₅					11,16
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	50	84	58	64
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	90	86	80	85,33
НІР₀₅					15,93

Маса одного паростка, г

№	Варіант 26	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0,04	0,05	0,05	0,05
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0,11	0,92	0,11	0,10
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0,06	0,10	0,07	0,08
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0,06	0,07	0,05	0,06
НІР₀₅					0,02
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0,04	0,03	0,04	0,04
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0,03	0,04	0,02	0,03
НІР₀₅					0,01

Довжина паростків, см

№	Варіант 26	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	5,03	5,91	5,88	5,61
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	7,83	8,41	9,35	8,53
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	7,08	7,98	6,81	7,29
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	6,84	6,75	6,28	6,62
НІР₀₅					0,97
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	5,45	5,57	6,05	5,69
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	5,30	5,54	5,80	5,55
НІР₀₅					0,37

Схожість, %

№	Варіант 2в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	90	90	92	90,67
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	90	86	88	88
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	90	86	86	87,33
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	88	96	84	89,33
НІР₀₅					6,37
1.1-1.3	Контроль	96	94	96	95,33
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	82	80	78	80,33
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	86	70	74	76,67
НІР₀₅					6,80

Маса одного паростка, г

№	Варіант 2в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0,10	0,09	0,11	0,10
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0,09	0,11	0,10	0,10
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0,10	0,11	0,11	0,11
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0,08	0,08	0,08	0,08
НІР₀₅					0,01
1.1-1.3	Контроль	0,10	0,10	0,11	0,10
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0,08	0,08	0,07	0,08
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0,07	0,08	0,07	0,07
НІР₀₅					0,01

Довжина паростків, см

№	Варіант 2в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	8,78	9,08	8,2	8,69
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	9,64	12,53	10,45	10,87
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	10,46	11,28	11,28	11,00
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	11,12	9,31	9,73	10,05
НІР₀₅					1,72
1.1-1.3	Контроль	8,24	8,64	9,09	8,66
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	-	-	-	-
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	-	-	-	-
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	7,51	9,49	8,02	8,34
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	10,85	11,22	10,54	10,87
НІР₀₅					0,93

ДОДАТОК Б

Експериментально розраховані біометричні показники проростків *Triticum durum*
під впливом досліджуваних сполук за різних концентрацій

Схожість, %					
№	Варіант 1a	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	96.67	90	93.33	93.33
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	96.67	93.33	100	96.67
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	93.33	96.67	93.33	94.44
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	93.33	86.67	100	93.33
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	93.33	86.67	100	93.33
НІР ₀₅					7,20
1.1-1.3	Контроль	96.67	90	93.33	93.33
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0	0	0	0
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	90	100	96.67	95.56
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	100	93.33	100	97.78
НІР ₀₅					6,63

Маса одного паростка, г					
№	Варіант 1a	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0.1	0.1	0.1	0.1
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0.07	0.07	0.06	0.07
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0.11	0.1	0.11	0.11
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0.09	0.1	0.1	0.1
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0.09	0.1	0.1	0.1
НІР ₀₅					0,01
1.1-1.3	Контроль	0.1	0.1	0.1	0.1
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0	0	0	0
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0.09	0.1	0.11	0.1
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0.11	0.11	0.1	0.11
НІР ₀₅					0,01

Довжина паростків, см

№	Варіант1а	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	13.74	14.81	12.55	13.7
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	10.41	10.19	10.82	10.47
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	17.37	15.02	16.19	16.19
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	13.31	13.18	13.44	13.31
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	11.56	14.53	12.35	12.81
НІР ₀₅					2,07
1.1-1.3	Контроль	13.74	14.81	12.55	13.7
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0	0	0	0
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	14.37	15.6	15.34	15.1
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	16.7	15.7	16.72	16.37
НІР ₀₅					1,30

Схожість, %

№	Варіант 1б	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	100	96.67	100	98.89
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	100	96.67	90	95.56
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	100	90	96.67	95.56
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	100	100	100	100
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	96.67	100	96.67	97.78
НІР ₀₅					6,48
1.1-1.3	Контроль	100	96.67	100	98.89
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	96.67	83.33	83.33	87.78
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	93.33	100	93.33	95.55
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	100	93.33	100	97.78
НІР ₀₅					8,26

Маса одного паростка, г

№	Варіант 1б	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0.11	0.1	0.12	0.11
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0.1	0.09	0.08	0.09
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0.1	0.11	0.11	0.11
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0.12	0.11	0.12	0.12
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0.1	0.11	0.14	0.12
НІР₀₅					0,02
1.1-1.3	Контроль	0.11	0.1	0.12	0.11
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0.09	0.1	0.09	0.09
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0.12	0.13	0.11	0.12
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0.13	0.11	0.13	0.12
НІР₀₅					0,02

Довжина паростків, см

№	Варіант 1б	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	14.06	13.15	16.62	14.61
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	16.14	12.98	10.6	13.24
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	15.27	15.63	16.76	15.89
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	17.5	15.63	17.24	16.79
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	13.74	17.38	18.13	16.42
НІР₀₅					3,89
1.1-1.3	Контроль	14.06	13.15	16.62	14.61
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	15.16	15.77	12.95	14.63
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	16.84	17.86	16.73	17.14
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	17.82	15.57	18.25	17.21
НІР₀₅					2,60

Схожість, %

№	Варіант 1в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	100	100	100	100
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	100	100	100	100
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	100	100	90	96.67
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	96.67	100	100	98.89
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	100	96.67	90	95.56
НІР ₀₅					6,27
1.1-1.3	Контроль	100	100	100	100
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	93.33	83.33	96.67	91.11
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	90	96.67	96.67	94.45
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	100	93.33	100	97.78
НІР ₀₅					7,16

Маса одного паростка, г

№	Варіант 1в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0.1	0.13	0.13	0.12
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0.1	0.08	0.11	0.1
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0.12	0.15	0.13	0.13
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0.13	0.14	0.13	0.13
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0.13	0.11	0.13	0.12
НІР ₀₅					0,03
1.1-1.3	Контроль	0.1	0.13	0.13	0.12
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0.09	0.07	0.11	0.09
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0.13	0.12	0.14	0.13
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0.13	0.12	0.11	0.12
НІР ₀₅					0,03

Довжина паростків, см

№	Варіант 1в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	14.46	17.26	18.47	16.73
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	17.26	17.16	19.4	17.94
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	18.43	19.73	18.76	18.97
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	19.07	18.4	15.87	17.78
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	18.08	16.6	18.53	17.74
НІР₀₅					2,89
1.1-1.3	Контроль	14.46	17.26	18.47	16.73
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	15.3	14.36	18.39	16.02
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	19.13	17.56	19.02	18.57
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	17.82	18.38	16.88	17.69
НІР₀₅					2,64

Схожість, %

№	Варіант 1г	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	100	100	96.67	98.89
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	96.67	100	96.67	97.78
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	100	86.67	100	95.56
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	93.33	100	93.33	95.55
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	86.67	96.67	100	94.45
НІР₀₅					10,50
1.1-1.3	Контроль	100	100	96.67	98.89
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	100	96.67	100	98.89
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	100	96.67	96.67	97.78
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	96.67	93.33	96.67	95.56
НІР₀₅					2,92

Маса одного паростка, г

№	Варіант 1г	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0.11	0.13	0.13	0.12
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0.14	0.13	0.12	0.13
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0.12	0.12	0.13	0.12
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0.12	0.13	0.12	0.12
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0.1	0.08	0.1	0.09
НІР ₀₅					0,02
1.1-1.3	Контроль	0.11	0.13	0.13	0.12
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0.1	0.11	0	0.07
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0.12	0.13	0.12	0.12
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0.12	0.13	0.11	0.12
НІР ₀₅					0,05

Довжина паростків, см

№	Варіант 1г	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	19.54	18.76	18.42	18.91
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	17.56	17.36	17.72	17.55
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	18	17.92	19.53	18.48
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	19.77	17.99	16.97	18.24
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	18.42	14.16	14.15	15.58
НІР ₀₅					2,34
1.1-1.3	Контроль	19.54	18.76	18.42	18.91
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	18.55	17.93	0	12.16
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	18.94	18.7	20.36	19.33
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	19.15	19.37	16.05	18.19
НІР ₀₅					8,78

Схожість, %

№	Варіант 2а	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	96.67	96.67	93.33	95.56
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	96.67	100	96.67	97.78
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	96.67	93.33	96.67	95.56
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	96.67	100	90	95.56
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	100	100	96.67	98.89
НІР ₀₅					4,73
1.1-1.3	Контроль	96.67	96.67	93.33	95.56
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0	0	0	0
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	93.33	93.33	90	92.22
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	96.67	96.67	93.33	95.56
НІР ₀₅					1,99

Маса одного паростка, г

№	Варіант 2а	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0.09	0.08	0.07	0.08
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0.08	0.06	0.07	0.07
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0.11	0.11	0.12	0.11
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0.12	0.12	0.12	0.12
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0.12	0.1	0.1	0.11
НІР ₀₅					0,01
1.1-1.3	Контроль	0.09	0.08	0.07	0.08
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0	0	0	0
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0.11	0.1	0.1	0.1
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0.11	0.11	0.1	0.11
НІР ₀₅					0,01

Довжина паростків, см

№	Варіант 2а	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	17.64	16.66	14.33	16.21
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	16	13.44	13.85	14.43
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	18.22	17.04	18.78	18.01
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	17.61	16.23	18.27	17.37
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	18.87	16.2	16.6	17.22
НІР ₀₅					2,01
1.1-1.3	Контроль	17.64	16.66	14.33	16.21
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0	0	0	0
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	16.97	15.03	14.88	15.63
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	17.03	15.14	15.69	15.95
НІР ₀₅					1,57

Схожість, %

№	Варіант 2б	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	96.67	90	90	92.22
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	96.67	93.33	93.33	94.44
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	90	96.67	90	92.22
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	93.33	100	96.67	96.67
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	100	86.67	93.33	93.33
НІР ₀₅					8,38
1.1-1.3	Контроль	96.67	90	90	92.22
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	93.33	90	96.67	93.33
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	100	93.33	100	97.78
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	100	93.33	90	94.44
НІР ₀₅					5,90

Маса одного паростка, г

№	Варіант 2б	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0.1	0.12	0.12	0.11
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0.08	0.09	0.06	0.08
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0.07	0.1	0.1	0.09
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0.11	0.11	0.13	0.12
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0.09	0.11	0.12	0.11
НІР ₀₅					0,02
1.1-1.3	Контроль	0.1	0.12	0.12	0.11
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0.07	0.07	0.07	0.07
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0.06	0.12	0.12	0.1
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0.12	0.13	0.12	0.12
НІР ₀₅					0,03

Довжина паростків, см

№	Варіант 2б	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	14.91	14.22	17.79	15.64
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	15.15	15.93	12.47	14.52
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	11.64	18.16	15.2	15
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	18.17	17.97	18.64	18.26
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	15.85	18.73	17.94	17.51
НІР ₀₅					3,69
1.1-1.3	Контроль	14.91	14.22	17.79	15.64
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	9.95	10.23	9.51	9.9
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	11.19	18.75	18.23	16.06
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	19.06	18.52	17.26	18.28
НІР ₀₅					4,10

Схожість, %

№	Варіант 2в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	86.67	93.33	93.33	91.11
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	90	100	93.33	94.44
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	100	100	100	100
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	96.67	93.33	100	96.67
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	96.67	96.67	86.67	93.34
НІР₀₅					8,18
1.1-1.3	Контроль	86.67	93.33	93.33	91.11
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0	0	0	0
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	90	93.33	93.33	92.22
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	96.67	90	93.33	93.33
НІР₀₅					4,93

Маса одного паростка, г

№	Варіант 2в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	0.09	0.09	0.09	0.09
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	0.07	0.07	0.09	0.08
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	0.11	0.1	0.11	0.11
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	0.11	0.15	0.12	0.13
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	0.08	0.12	0.11	0.1
НІР₀₅					0,03
1.1-1.3	Контроль	0.09	0.09	0.09	0.09
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0	0	0	0
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	0.09	0.1	0.11	0.1
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	0.12	0.1	0.12	0.11
НІР₀₅					0,01

Довжина паростків, см

№	Варіант 2в	I	II	III	Сер.
1.1-1.3	Контроль	14.7	16.73	16.44	15.96
2.1-2.3	Обробка паростків – 0,1 %	10.79	10.34	12.4	11.18
3.1-3.3	Обробка паростків – 0,01 %	15.84	16.07	17.63	16.51
4.1-4.3	Обробка паростків – 0,001 %	14.91	18.44	13.82	15.72
5.1-5.3	Обробка паростків – 0,0001 %	14.37	18.54	16	16.3
НІР₀₅					2,82
1.1-1.3	Контроль	14.7	16.73	16.44	15.96
6.1-6.3	Обробка насіння – 0,1 %	0	0	0	0
7.1-7.3	Обробка насіння – 0,01 %	0	0	0	0
8.1-8.3	Обробка насіння – 0,001 %	14.68	15.5	15.76	15.31
9.1-9.3	Обробка насіння – 0,0001 %	18.51	15.06	16.06	16.54
НІР₀₅					2,02

ДОДАТОК В

Правила техніки безпеки при виконанні робіт у хімічній лабораторії

Перед проведенням експериментального дослідження необхідно детально вивчити його завдання та з'ясувати особливості хімічних процесів, які відбуватимуться під час роботи. Робота в хімічній лабораторії вимагає суворого дотримання правил безпеки. Оскільки більшість органічних сполук є легкозаймистими, а деякі мають токсичні властивості та специфічний запах, недотримання встановлених норм може спричинити травмування, аварійні ситуації або пошкодження обладнання.

Правила безпечної роботи з органічними розчинниками

У процесі практичної роботи застосовуються органічні розчинники (ацетон, бензол, етанол, бутанол, метанол тощо), які характеризуються високою токсичністю та здатністю утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші.

Роботи з органічними розчинниками виконуються виключно у витяжній шафі з дотриманням підвищених заходів обережності.

Перед використанням летких та займистих речовин необхідно загасити всі джерела відкритого вогню та вимкнути електричні нагрівальні прилади в зоні проведення експерименту.

Нагрівання та перегонка горючих органічних розчинників здійснюється лише на водяній або паровій бані з використанням електричних нагрівачів.

Категорично заборонено зливати органічні розчинники у каналізацію. Відпрацьовані рідини збирають у спеціальну герметичну тару та утилізують відповідно до вимог санітарного та пожежного нагляду.

Зберігання розчинників здійснюється в товстостінному скляному посуді з притертими корками. Використання тонкостінної тари для цієї мети заборонено.

Правила користування витяжною шафою

Витяжну систему вмикають щонайменше за 15 хвилин до початку експериментальних робіт.

Під час роботи стулки витяжної шафи тримають максимально прикритими, залишаючи невеликий зазор для забезпечення тяги. Відкривати їх дозволяється лише на час маніпуляцій з обладнанням, не перевищуючи половини висоти отвору шафи.

Піднята стулка фіксується спеціальними пристроями на час виконання робіт.

У випадку багатостулкової конструкції всі неробочі стулки повинні бути закритими для забезпечення ефективної вентиляції.

Вентиляційна система налаштовується таким чином, щоб у витяжній шафі створювався невеликий вакуум, що запобігає виходу шкідливих газів та парів у приміщення лабораторії.

Правила роботи зі скляним лабораторним посудом та іншими виробами зі скла

Перед використанням скляного та порцелянового посуду обов'язково перевіряють його стан на предмет чистоти та відсутності дефектів. Використання посуду з тріщинами, відколами або глибокими подряпинами категорично заборонено.

При складанні скляних установок не застосовують надмірних зусиль. З'єднання скляних деталей виконують із захистом рук тканиною. Для полегшення складання кінці трубок змочують водою, гліцерином або вазеліном.

Будь-які операції з механічної або термічної обробки скла проводяться з використанням захисних окулярів.

Кінці скляних трубок та паличок, призначених для перемішування розчинів, обов'язково оплавляють.

Для змішування або розведення речовин з екзотермічним ефектом, а також для нагрівання хімічних сполук використовують фарфоровий або тонкостінний скляний посуд. Пробірки, круглодонні колби та фарфорові чашки можна нагрівати безпосередньо на полум'ї, тоді як плоскодонні колби та стакани нагрівають виключно з використанням розсікача.

Посудину з гарячою рідиною не закривають притертою пробкою до повного охолодження.

Великі хімічні стакани піднімають обома руками, розміщуючи бортики між великим та вказівним пальцями.

Установки або їх елементи, що працюють під вакуумом, захищають дротяною сіткою; під час роботи використовують захисні окуляри.

Експерименти з токсичними, вогне- та вибухонебезпечними речовинами, а також роботи під тиском або вакуумом виконують в апаратурі з високоякісного термостійкого скла.

При нагріванні рідини в пробірці або колбі їх закріплюють так, щоб отвір був направлений у протилежний бік від експериментатора та інших працюючих осіб. Посуд заповнюють рідиною не більше ніж на одну третину об'єму. Протягом нагрівання заборонено нахилятися над посудиною.

Нагрівання хімічних речовин у пробірках або колбах виконують із закріпленням посуду в тримачі або лапці штатива (затискач розміщують біля отвору пробірки). Тримати посуд руками під час нагрівання заборонено.

При митті скляного посуду слід пам'ятати про крихкість скла та його чутливість до механічних ударів і температурних перепадів. Використовуючи щітки для миття, дно посудини направляють від себе або вниз.

ЗАЯВА-ЗАСВІДЧЕННЯ
АВТОРА КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Я, Шкуренко Ольга Олександрівна, здобувач другого рівня вищої освіти, випускник магістр, заявляю: моя письмова робота на тему «Оцінка ріст регульованої активності 2-(2-оксоіндолін-3-іліден)заміщених імідазо[2,1-b]тіазолонів та тіазоло[3,2 а]піримідинонів», представлена у «Державну екзаменаційну комісію» для публічного захисту, виконана самостійно і без порушення норм законодавства України про авторське право й принципів академічної доброчесності. Усі запозичення з друкованих та електронних видань, а також з інших кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти оформлені належним чином з посиланням на джерело.

Я ознайомлена з чинним положенням «Про систему запобігання та виявлення академічного плагіату в науковій та навчальній діяльності здобувачів вищої освіти, докторантів, науково-педагогічних і наукових працівників Волинського національного університету імені Лесі Українки», згідно з яким виявлення академічного плагіату та/або критично низький рівень оригінальності форми (вираження) твору є підставою для відмови в допуску її до захисту або відмови у присудженні відповідного ступеня вищої освіти автору такої роботи.

Я даю дозвіл на розміщення електронної копії своєї роботи в інституційному репозитарії Волинського національного університету імені Лесі Українки.

14.12.2025
Дата


Підпис