

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН МЕТІУРУ, КАМЕТУРУ ТА ІВІНУ НА УРОЖАЙНІСТЬ РОСЛИН ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ЯРОЇ СОРТУ ДЕМІРА

В.А. Циганкова¹, В.М. Копіч¹, Н.М. Василенко¹, С.Г. Пільо¹,
О.В. Головченко¹, М.В. Малієнко², В.С. Броварець¹

¹Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України,

²СТОБ «Перемога»

vTsygankova@ukr.net;

Анотація. Стаття присвячена розробці нових екологічно безпечних регуляторів росту важливої сільськогосподарської культури – пшениці твердої ярої сорту Деміра на основі синтетичних сполук, похідних N-оксид-2,6-диметилпіридину (Івін), 6-метил-2-меркапто-4-гідроксипіримідину натрієвої та калієвої солей (Метіур і Каметур). Досліджено вплив синтетичних регуляторів росту рослин Івіну, Метіуру та Каметуру на урожайність пшениці твердої ярої сорту Деміра, вирощеної у польових умовах. Встановлено, що за умов обробки насіння перед посадкою у ґрунт водними розчинами регуляторів росту рослин Івіном, Метіуром та Каметуrom, застосованих у діапазоні концентрацій 10^{-4} М - 10^{-7} М, підвищуються кількісні показники урожайності пшениці: середня маса 10-ти колосків (г) підвищується на 41,30 – 94,05 %, середня довжина колосу (мм) підвищується на 21,33 – 66,28 %, урожайність зерна (кг/0,1га) підвищується на 5,87 – 20,24 %. Найвищі показники урожайності рослин пшениці отримані за умов застосування регуляторів росту рослин у найбільш ефективних концентраціях: Метіуру – 10^{-5} М, 10^{-6} М та 10^{-7} М, Каметуру – 10^{-4} М, 10^{-6} М та 10^{-7} М, Івіну – 10^{-5} М та 10^{-7} М.

Ключові слова: пшениця, регулятори росту рослин, Івін, Метіур, Каметур, урожайність рослин.

Вступ. Актуальною проблемою сучасної аграрної галузі є розробка нових ефективних та екологічно безпечних технологій вирощування пшениці – найважливішої зернової культури для отримання органічної сільськогосподарської продукції та зменшення забруднення навколишнього середовища [1, 2]. Глобальні кліматичні зміни та стресові фактори абіотичного і біотичного характеру є ключовими негативними факторами, що впливають на виробництво сільськогосподарських культур у всьому світі [3 - 5]. На сьогодні для вирішення цієї актуальної проблеми використовують природні або синтетичні регулятори росту рослин для кращого засвоєння поживних речовин, покращення росту та фотосинтетичної ефективності рослин, що сприяє підвищенню врожайності та стійкості рослини до стресових факторів [6 - 9]. Застосування природних або синтетичних регуляторів росту рослин є одним із перспективних напрямків сільського господарства, що сприятиме поліпшенню якості продукції, підвищенню врожайності та стресостійкості рослин.

На сьогодні значна увага приділяється розробці нових екологічно безпечних регуляторів росту рослин на основі синтетичних низькомолекулярних гетероциклічних сполук, похідних піридину та піримідину [10, 11]. В Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії ім. В.П. Кухаря НАН України розроблено нові ефективні та екологічно безпечні регулятори росту рослин на основі синтетичних сполук, похідних N-оксид-2,6-диметилпіридину (Івін), 6-метил-2-меркапто-4-гідроксипіримідину натрієвої та калієвої солей (Метіур і Каметур). У проведених

нами раніше дослідженнях встановлено, що застосування синтетичних регуляторів росту рослин Івіну, Метіуру і Каметуру покращує ріст сільськогосподарських культур, підвищує їх урожайність та адаптивні властивості до стресових факторів [12 - 14]. Завдяки використанню регуляторів росту рослин на основі синтетичних сполук, похідних піридину та піримідину можливо поліпшити ріст та розвиток рослин, підвищити їх урожайність, зменшити використання екологічно токсичних пестицидів для захисту рослин та покращити екологічний стан усєї системи землеробства. Застосування екологічно безпечних синтетичних регуляторів росту рослин сприятиме зменшенню використання токсичних для здоров'я людини та тварин пестицидів та фунгіцидів [15, 16], покращенню балансу природних екосистем та фітосанітарного стану ґрунтів, покращенню екологічного стану усєї сільськогосподарської системи.

Метою даної роботи є вивчення впливу синтетичних регуляторів росту рослин Івіну, Метіуру та Каметуру на урожайність пшениці твердої ярої сорту Деміра, вирощеної у польових умовах.

Матеріали та методи.

Хімічні формули регуляторів росту рослин. На рис. 1. представлено хімічні формули та відносні молекулярні маси регуляторів росту рослин, створених на основі похідних N-оксид-2,6-диметилпіридину (Івін), 6-метил-2-меркапто-4-гідроксипіримідину натрієвої солі (Метіур), 6-метил-2-меркапто-4-гідроксипіримідину калієвої солі (Каметур).

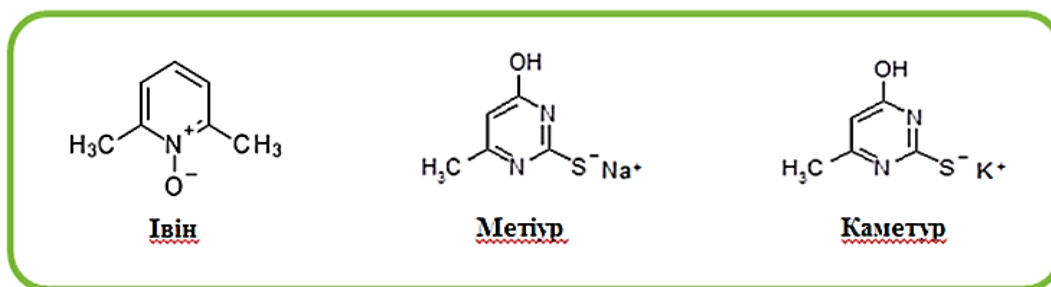


Рисунок 1 Хімічні формули та відносні молекулярні маси регуляторів росту рослин Івіну (ММ=125,17), Метіуру (ММ=165,17) та Каметуру (ММ=181,28)

Вирощування рослин пшениці у польових умовах. Протягом 2023 р. проведено дослідження впливу синтетичних регуляторів росту рослин Івіну, Метіуру і Каметуру на урожайність пшениці твердої ярої сорту Деміра, вирощеної у польових умовах. З цією метою насіння рослин пшениці обприскували водними розчинами регуляторів росту рослин Івіну, Метіуру і Каметуру, застосованих у діапазоні концентрацій 10^{-4} М - 10^{-7} М (дослід), або водою (контроль). Після цієї процедури оброблене насіння просушували і висаджували в ґрунт. Польові дослідження проводились згідно методів, наведених у керівництві [17]. Аналіз кількісних показників урожайності рослин пшениці (середня маса 10-ти колосків (г), середня довжина колосу (мм), урожайність зерна (кг/0,1га)), вирощених у польових умовах, проводили згідно методів [17, 18]. Статистичну обробку даних дослідів, проведених у трьох повторностях, проводили за дисперсійним критерієм Стюдента з рівнем значущості $P \leq 0,05$; значення є середніми \pm SD.

Результати. Проведені дослідження показали, що за умов передпосівної обробки насіння пшениці твердої ярої сорту Деміра водними розчинами регуляторів росту рослин Метіур, Каметуру та Івіну, застосованих у діапазоні концентрацій 10^{-4}M - 10^{-7}M , підвищуються кількісні показники урожайності: середня маса 10-ти колосків (г) підвищується на 41,30 – 94,05 % (рис. 2, Табл. 1), середня довжина колосу (мм) підвищується на 21,33 – 66,28 % (рис. 3, Табл. 2), урожайність зерна (кг/0,1га) підвищується на 5,87 – 20, 24 % (рис. 4, рис. 5, Табл. 3).

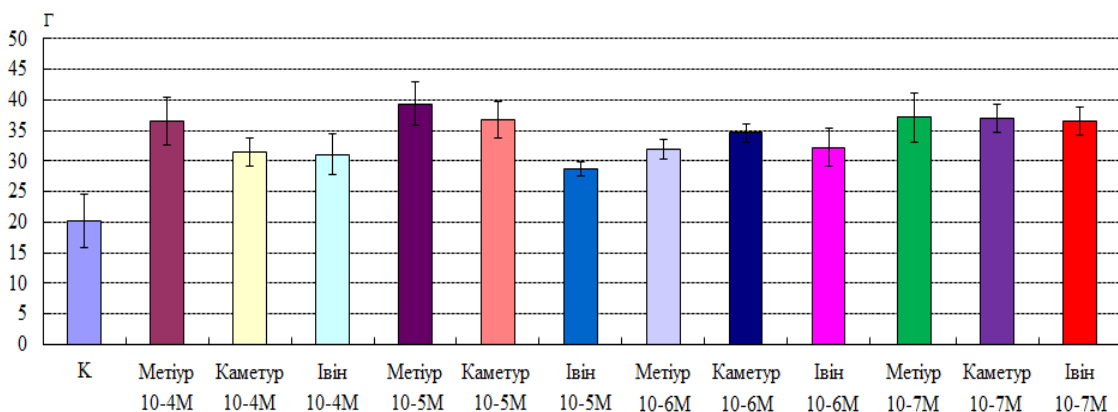


Рисунок 2 Середня маса 10-ти колосків (г) пшениці твердої ярої сорту Деміра

Таблиця 1 Середня маса 10-ти колосків (%) пшениці ярої твердої сорту Деміра

Концентрація сполук	Контроль	Метіур	Каметур	Івін
10^{-4}M	100	179,72	154,93	153,21
10^{-5}M	100	194,05	180,87	141,30
10^{-6}M	100	157,39	170,67	158,72
10^{-7}M	100	182,97	182,27	180,18

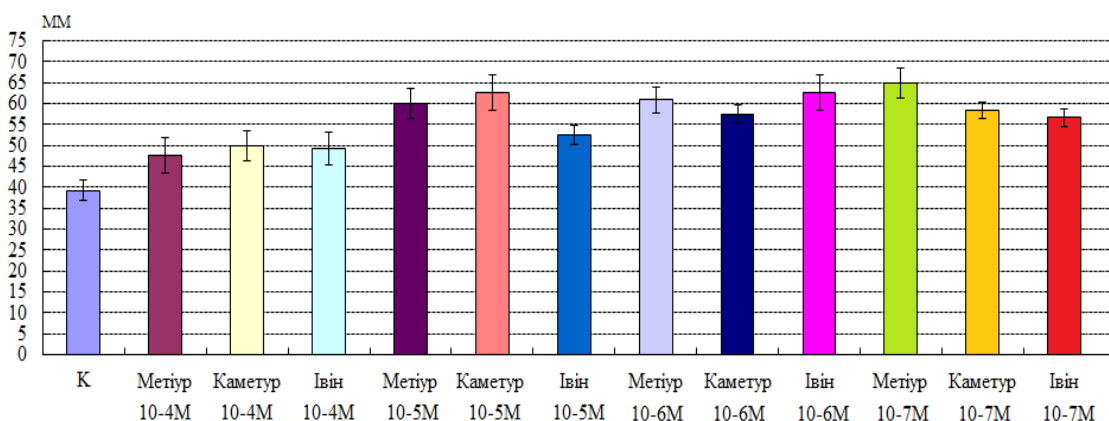


Рисунок 3 Середня довжина колосу (мм) пшениці твердої ярої сорту Деміра

Таблиця 2 Середня довжина колосу (%) пшениці ярої твердої сорту Деміра

Концентрація сполук	Контроль	Метіур	Каметур	Івін
$10^{-4}M$	100	121,33	127,72	125,59
$10^{-5}M$	100	153,26	159,64	134,19
$10^{-6}M$	100	155,39	146,87	159,64
$10^{-7}M$	100	166,28	149,19	144,74

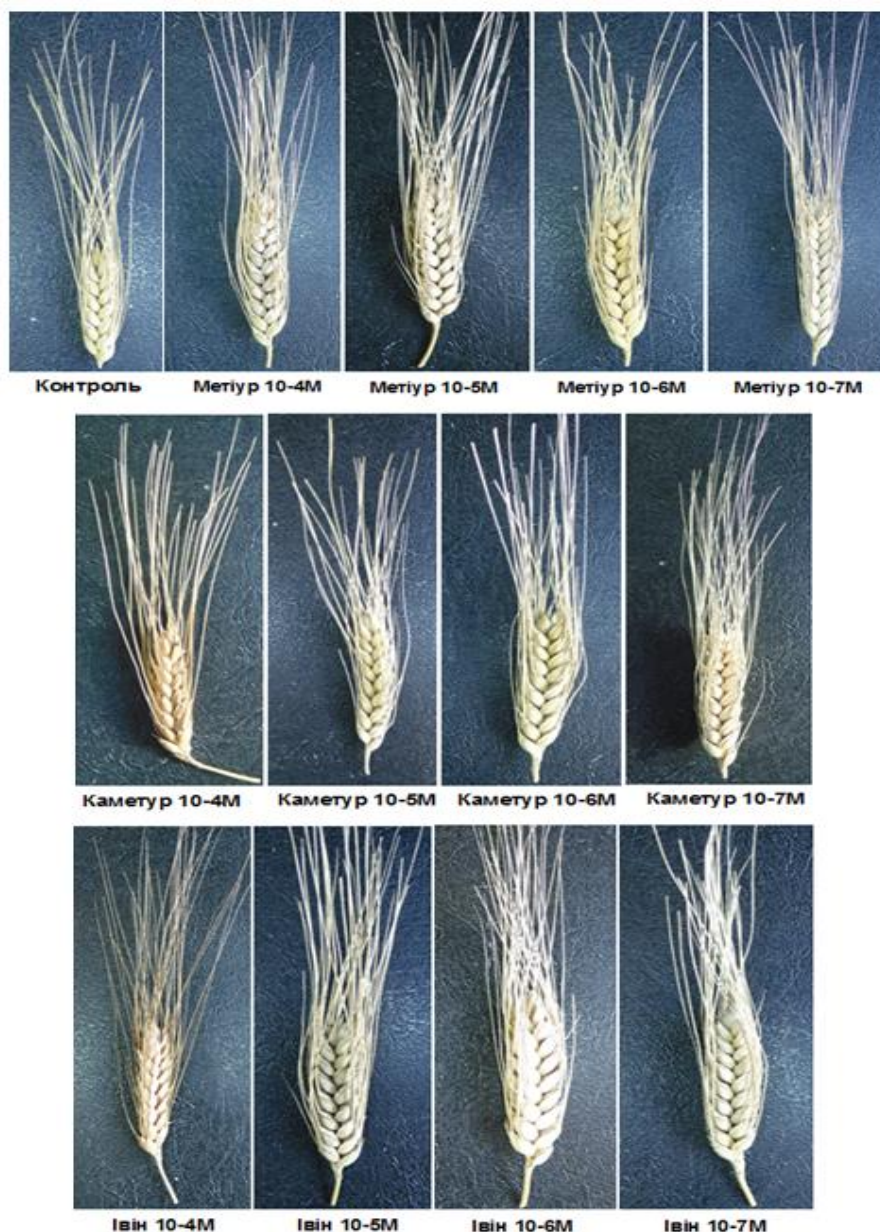


Рисунок 4 Колоски пшениці твердої ярої сорту Деміра, вирощеної з насіння, необробленого регуляторами росту (контроль) та обробленого регуляторами росту рослин Метіуром, Каметуром та Івіном у концентраціях $10^{-4}M$, $10^{-5}M$, $10^{-6}M$ та $10^{-7}M$, відповідно.

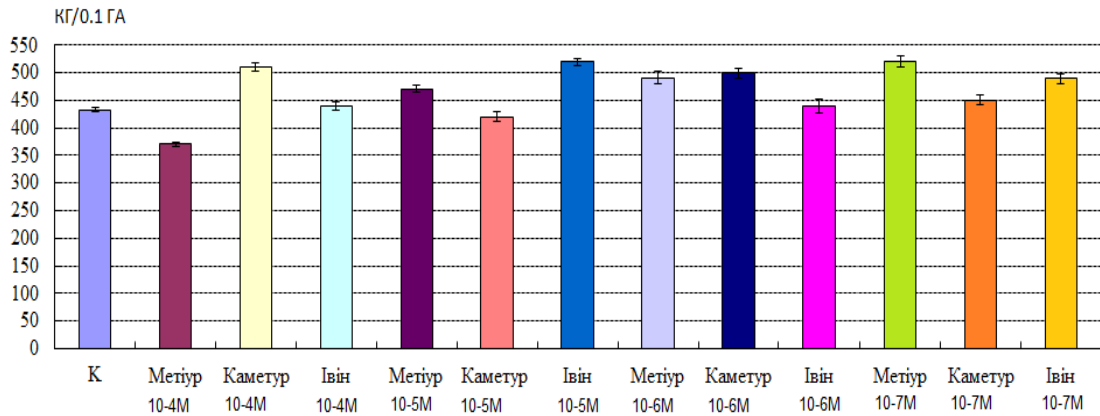


Рисунок 5 Урожайність зерна (кг/0,1га) пшениці твердої ярої сорту Деміра

Таблиця 3 Урожайність зерна пшениці ярої твердої сорту Деміра (%)

Концентрація сполук	Контроль	Метіур	Каметур	Івін
10 ⁻⁴ М	100	86,32	118,28	102,16
10 ⁻⁵ М	100	109,51	97, 61	118,47
10 ⁻⁶ М	100	113,68	116,15	102,25
10 ⁻⁷ М	100	120,24	105,87	113,45



Рисунок 6 Збір зразків пшениці твердої ярої сорту Деміра канд. хім. наук, ст. наук. співр., ст. наук. досл. Пільо С.Г. та канд. хім. наук, ст. наук. співр. Головченко О.В. на полі СТОВ "Перемога", яке розташоване в селі Малополовецьке, Фастівського району, Київської області.

На рис. 6 та 7 продемонстровано збір науковцями зразків вирощеної на полі пшениці твердої ярої сорту Деміра та їх виставка в ІБОНХ ім. В.П. Кухаря НАН України.



Рисунок 7 Організатори виставки в ІБОНХ ім. В.П. Кухаря НАН України зразків пшениці твердої ярої сорту Деміра: докт. біол. наук, ст. наук. співр., пров. наук. співр. Циганкова В.А. та канд. біол. наук, мл. наук. співр. Копіч В.М.

Висновки. Грунтуючись на результатах польових випробувань, запропоновано використання синтетичних регуляторів росту рослин для підвищення урожайності пшениці твердої ярої сорту Деміра у найбільш ефективних концентраціях: Метіуру – 10^{-5} М, 10^{-6} М та 10^{-7} М, Каметуру – 10^{-4} М, 10^{-6} М та 10^{-7} М, Івіну – 10^{-5} М та 10^{-7} М.

Список літературних джерел

- 1 Shiferaw B., Smale M., Braun H.J., Duveiller E., Reynolds M., Muricho G. (2013). Crops that feed the world. Past successes and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Sec.* 5(3): 291-317. <https://doi.org/10.1007/s12571-013-0263-y>
- 2 Faltermaier A., Waters D., Becker T., Arendt E. and Gastl M. (2014). Common wheat (*Triticum aestivum* L.) and its use as a brewing cereal – a review. *J. Inst. Brew.* 120: 1-15. DOI: 10.1002/jib.107
- 3 Fahad S., Bajwa A.A., Nazir U., Anjum S. A., Farooq A., Zohaib A., Sadia S., Nasim W., Adkins S., Saud S., Ihsan M. Z., Alharby H., Wu C., Wang D., & Huang J. (2017). Crop Production under Drought and Heat Stress: Plant Responses and Management Options. *Frontiers in plant science.* 8: 1147. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01147>
- 4 Dresselhaus, T., and Hückelhoven R. (2018). Biotic and Abiotic Stress Responses in Crop Plants. *Agronomy.* 8(11): 267. <https://doi.org/10.3390/agronomy8110267>
- 5 Bayer P.E., and Edwards D. (2020). Climate change and the need for agricultural adaptation. *Current opinion in plant biology.* 56: 197-202.
- 6 Basra A.S. (Ed). (2000). *Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture: Their Role and Commercial Uses.* Haworth Press, Inc., New York, London, Oxford, 264 p. <https://www.nhbs.com/plant-growth-regulators-in-agriculture-and-horticulture-book>
- 7 Rademacher W. (2015). Plant Growth Regulators: Backgrounds and Uses in Plant Production. *J Plant Growth Regul.* 34(4): 845 - 872. <https://doi.org/10.1007/s00344-015-9541-6>
- 8 Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil.* 383(1-2): 3–41. DOI: 10.1007/s11104-014-2131-8
- 9 Tsygankova V.A., Blyuss K.B., Shysha E.N., Biliavska L.O., Iutynska G.O., Andrushevich Y.V., Ponomarenko S.P., Yemets A.I., Blume Y.B. (2020). Using Microbial Biostimulants to Deliver RNA Interference in Plants as an Effective Tool for Biocontrol of Pathogenic Fungi, Parasitic Nematodes and Insects. Chapter 6. Pp. 205 - 319. In: “Research Advances in Plant biotechnology”. Series: Plant Science Research and Practices, Ya.B. Blume (Ed.). USA: Nova Science Publishers, Inc., 270 p. <https://novapublishers.com/shop/research-advances-in-plant-biotechnology/>
- 10 Kawarada A., Nakayama M., Ota Ya., Takeuchi S. (1974). Use of pyridine derivatives as plant growth regulators and plant growth regulating agents. Patent DE2349745A1, 25 April 1974. <https://patents.google.com/patent/DE2349745A1/en>
- 11 Minn K., Dietrich H., Dittgen J., Feucht D., Häuser-Hahn I., Rosinger C.H. (2013). Pyrimidine Derivatives and Their Use for Controlling Undesired Plant Growth. Patent US008445408B2, 21 May 2013. <https://patentimages.storage.googleapis.com/d1/52/26/d05b90090de7ff/US8445408.pdf>
- 12 Tsygankova V.A., Voloshchuk I.V., Klyuchko S.V., Pilyo S.G., Brovarets V.S., Kovalenko O.A. (2022). The effect of pyrimidine and pyridine derivatives on the growth and productivity of sorghum. *International Journal of Botany Studies.* 7(5): 19–31.
- 13 Tsygankova V.A., Voloshchuk I.V., Kopich V.M., Pilyo S.G., Klyuchko S.V., Brovarets V.S. (2023). Studying the effect of plant growth regulators Ivin,

Methur and Kamethur on growth and productivity of sunflower. *Journal of Advances in Agriculture*. 14: 17–24. DOI: <https://doi.org/10.24297/jaa.v14i.9453>.

14 Pidlisnyuk V., Mamirova A., Newton R.A., Stefanovska T., Zhukov O., Tsygankova V., and Shapoval P. (2022). The role of plant growth regulators in *Miscanthus × giganteus* utilisation on soils contaminated with trace elements. *Agronomy*. 12(12): 2999. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy12122999>

15 Nicolopoulou-Stamati P., Maipas S., Kotampasi C., Stamatis P., Hens L. (2016). Chemical Pesticides and Human Health: The Urgent Need for a New Concept in Agriculture. *Front Public Health*, 4: Article 148. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2016.00148/full>

16 Goswami S.K., Singh V., Chakdar H. and Choudhary P. (2018). Harmful Effects of Fungicides-Current Status. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology (IJAEB)*. Special Issue 2018: 1025 - 1033. https://www.academia.edu/74045392/Harmful_Effects_of_Fungicides_Current_Status

17 Dospheov B.A. (1985). *Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)*. M.: Agropromizdat, 351 p.

18 Voytsehovska O.V., Kapustyan A.V., Kosik O.I. (2010). *Plant Physiology: Praktikum*, Parshikova T.V. (Ed.), Lutsk: Teren, 420 p.