

- collection of scientific papers]. Mironivskiy NII selektsii i semenovodstva pshenitsy im. V.N. Remeslo, Mironovka, pp. 36–40 (*in Russian*).
6. Petrova Z.M., Ostapenko N.S. (1996). *Metod i sredstva dlya izmereniya khimicheskikh i fiziko-khimicheskikh parametrov pochv i pochvennykh rastvorov v reguliruemyykh usloviyakh* [Method and means for measuring the chemical and physico-chemical parameters of soils and soil solutions in a controlled environment]. *Upravlenie produktsionnym protsessom rasteniy v reguliruemyykh usloviyakh: Tezu doklady Vserossiyskoyi nauchnoyi konferentsiyi* [Control of Production Process plants under controlled conditions: Teza report Vserossiysky scientific conference]. Sb.-Peterburg, pp. 188–190 (*in Russian*).
  7. Kalinenko I.G. (1988). *Selektsiya ozimoy pshenitsy na morozo- i zimostoykost* [Breeding winter wheat on frost and winter hardiness]. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki* [Bulletin of Agricultural Science]. No. 8, pp. 57–65 (*in Russian*).
  8. Rybakova M.I. (1989). *Selektsiya ozimoy pshenitsy na zimostoykost v komplekse s fiziologiy* [Selection of winter wheat to winter hardiness in the complex physiology]. *Selektsiya, semenovodstvo i intensivnaya tekhnologiya vozdeleyvaniya ozimoy pshenitsy: Nauchi trydu VASKhNIL* [Breeding, seed production and intensive winter wheat cultivation technology: Proceedings of Agricultural Sciences]. Moskva: Agropromizdat Publ., pp. 117–123 (*in Russian*).
  9. Kuperman F.M., Ponomarev V.I. (1971). *Diagnostika zimostoykosti ozimyykh zernovykh kultur (obzor literatury)* [Diagnostics hardiness of winter crops (literature review)]. Moskva: VNIi informatsii i tekhniko-ekonomicheskikh issledovaniy po sel'skomu khozyaystvu Publ., 133 p. (*in Russian*).
  10. Poltarev Ye.M., Borisenko L.R., Ryabchun N.I. (1991). *O novyykh aspektakh izucheniya zimostoykosti sortov ozimoy pshenitsy* [About new aspects of the study of hardiness of winter wheat]. *Itogi nauchno-issledovatel'skoy raboty po selektsii, semenovodstvu i intensivnym tekhnologiyam vozdeleyvaniya ozimoy pshenitsy za 1986–1990 gg. i vzhneyshie zadachi na blizhaysuyu perspektivu: sbornik nauchnykh trydov* [The results of research on breeding, seed production and intensive technologies of cultivation of winter wheat for 1986–1990 years. and the most important task for the near future: collection of scientific papers]. Mironovka, pp. 109–111 (*in Russian*).
  11. Vasileva A.M. (2012). *Osobennosti adaptivnoy selektsii ozimoy pshenitsy na zimostoykost i produktivnost* [Features adaptive winter wheat breeding for hardiness and productivity]. Krasnodar, 30 p. (*in Russian*).

УДК 631.8:577.175.1

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА БЕЗПЕЧНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН, СТОВРЕНИХ НА ОСНОВІ ПОХІДНИХ ГЕТЕРИЛКАРБОНОВИХ КИСЛОТ

Н.П. Дерев'янка<sup>1</sup>, О.А. Бражко<sup>2</sup>, М.П. Завгородній<sup>2</sup>, Т.М. Васильєва<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Хортицька національна навчально-реабілітаційна академія

<sup>2</sup> Запорізький національний університет

Досліджено вплив нового стимулятора росту рослин DNS, розробленого на основі солей гетерилкарбонів кислот, на поділ та ріст клітин проростків озір'я (сорт Конкурент). Встановлено, що ефективність використання регулятора росту DNS для вирощування сільськогосподарської продукції є доцільним завдяки вираженню властивостей препарату стимулювати ріст рослин, що сприяє збільшенню довжини головного кореня, кількості бічних коренів; пришвидшенню росту і розвитку гіпокотилу і листя, що покращує життєздатність рослин родини Гарбузових. Визначено клас токсичності досліджуваного регулятора росту рослин та антиоксиданту активність.

**Ключові слова:** регулятори росту рослин, гетерилкарбонів кислот, стимулююча ріст активність, рослини родини Гарбузових, антиоксидантна активність, токсичність.

Науково обґрунтоване застосування елементів технологій з використанням біо-

логічно активних препаратів дає змогу не лише підвищити врожай, покращити його якість, але й вплинути на терміни дозрівання, істотно підвищити стійкість рослин до

хвороб та стресових чинників, скоротити норми застосування мінеральних добрив та пестицидів, зменшити вміст важких металів і нітратів у продукції рослинництва [1–4].

Нині існує великий спектр регуляторів росту рослин синтетичного походження. Серед синтетичних препаратів найпоширенішими є Івін (діюча речовина N-оксид 2,6-диметилпіридин) та Потейтин (комплекс 2,6-диметилпіридин-N-оксиду та натрію сукцинату). Емістим С — біостимулятор росту рослин широкого спектра дії, продукт біотехнологічного вирощування грибів-епіфітів з кореневої системи лікарських рослин. Прозорий, безбарвний водно-спиртовий розчин. Містить збалансований комплекс фітогормонів ауксинової і цитокинінової природи, амінокислот, вуглеводів, жирних кислот, мікроелементів [4, 5].

Встановлено, що Івін та Потейтин змінюють значення енергетичних параметрів моношарових мембран, до того ж ці зміни є однонаправленими та рівнозначними. Це свідчить про взаємодію цих препаратів із зарядженими групами фосфоліпідів, а саме із залишками фосфату та холіну. Івін і Потейтин також збільшують параметри площини, що припадає на одну молекулу фосфоліпиду. Такі зміни можуть бути наслідком часткового проникання досліджуваних речовин у міжмолекулярний простір фосфоліпідів моношарових мембран [6].

Новітні дослідження засвідчили, що похідні гетерилкарбонових кислот, які впливають на процеси вільнорадикального окиснення (ВРО) та демонструють антиоксидантну активність (АОА), проявляють властивості, що регулюють ріст [2, 3].

Метою дослідження є вивчення безпечності стимулятора росту рослин DNS, розробленого на основі солей гетерилкарбонових кислот, щодо можливості його застосування в агротехнологіях вирощування культур.

#### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень було насіння огірка (*Cucumis sp.*) сорту Конкурент, яке обробляли різними стимуляторами росту

рослин, у контрольному варіанті використовували воду.

Було сформовано шість дослідних груп, з яких група 4 — контрольна (вода); інші п'ять груп обробляли розчинами регулятора росту рослин DNS (похідна дикарбонової кислоти), створеного у лабораторії біотехнології ФАР Запорізького національного університету на основі натрієвих солей гетерилкарбонових кислот, у різних концентраціях (мг/л): I — 0,1, II — 1, III — 10; а також регуляторами росту: IV — Емістим С та V — Івін у рекомендованій виробником концентрації. Досліджували такі параметри росту, як довжина гіпотокілю (ДГ), довжина головного кореня (ДГК), довжина зони росту бокових корінців (ДЗРБК), кількість бокових корінців (КБК) [8].

Визначення АОА речовин *in vitro* здійснювали за допомогою моделі інгібування супероксид-радикала. Цей метод дає можливість оцінити розвиток процесів ВРО на ініціальних етапах. Процеси ВРО створювали шляхом реакції аутоокиснення адреналіну в адренохром у лужному середовищі, що зумовлює утворення активної форми кисню — супероксид-радикала [9]. Як референс-речовини використовували поширений антиоксидант, аналог за структурою — емоксипін.

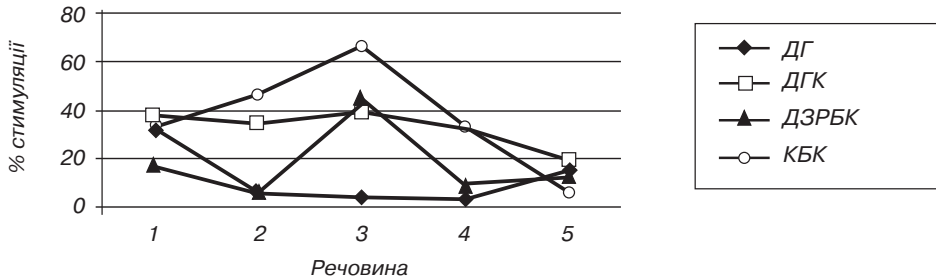
#### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Дослідження засвідчили, що запропонована сполука проявила стимулюючу активність на ріст рослин.

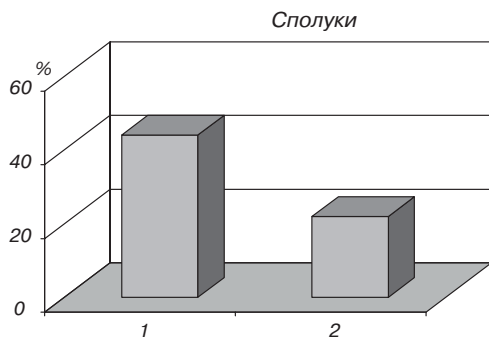
Результати пророщування насіння огірків у водному розчині DNS у концентрації 10 мг/л продемонстрували прискорення росту ДГ, ДГК, ДЗРБК, КБК порівняно з контролем на 66,67, 46,27, 34,36, 44,74% відповідно (рис. 1 — а, б, в, г).

Частка стимуляції за використання DNS у концентрації 0,1 та 1 мг/л була дещо нижчою порівняно з варіантом, де застосовували концентрацію діючої речовини у розбавленні 10 мг/л. Наприклад, для ДГК — на 19,3 та 22,5% відповідно.

З огляду на можливий токсичний вплив дослідних речовин на організми хребетних



**Рис. 1.** Вплив регуляторів росту рослин на поділ та ріст проростків огірка сорту Конкурент: 1, 2, 3 — у концентраціях 0,1; 1; 10 мл/г відповідно; 4 — Емістим С; 5 — Івін



**Рис. 2.** Антиоксидантна активність речовин: 1 — регулятор росту рослин DNC; 2 — емокипін

(насамперед людини), нами проведено дослідження гострої токсичності на мишах. З метою вивчення потенційного механізму дії створеного регулятора росту рослин DNC нами досліджено його антиоксидантну активність *in vitro*. Дослідження АОА на моделях ініціювання ВРО *in vitro* (рис. 2) засвідчили, що АОА, передусім, залежить від природи функціональних груп у залишку карбонової кислоти. Регулятор росту рослин DNC за активністю дещо перевершував референс-антиоксидант. Як референс-

речовину використовували поширений антиоксидант, аналог за структурою — емокипін.

Отже, за результатами проведених експериментальних досліджень на мишах вивчено гостру токсичність гетероциклічних похідних, які свідчать, що  $DL_{50}$  регуляторів становить понад 1000 мг/кг, тобто його можна віднести до фактично не токсичних речовин (V клас токсичності) [10].

## ВИСНОВКИ

Створений регулятор росту рослин DNC на основі похідних гетерилкарбонової кислоти виявляє більшу стимулюючу дію на ріст рослин порівняно з синтетичним препаратом Івін та біостимулятором Емістим С.

За активністю DNC дещо перевершував референс-антиоксидант.  $DL_{50}$  за впливу створеного регулятора росту рослин становила понад 1000 мг/кг. Ефективність та екологічна безпечність створеного на основі гетерилкарбонових кислот регулятора росту рослин DNC характеризує його як засіб, що спроможний істотно підвищувати врожайність сільськогосподарських культур.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / В.К. Яворська, І.В. Драгавоз, Л.О. Крючкова та ін. — К.: Логос, 2006. — 176 с.
2. Fleet C.M. A DELLAcate balance: The role of gibberellin in plant morphogenesis / C.M. Fleet, T.P. Sun // Curr. Opin. Plant Biol. — 2005. — No. 8. — P. 77–85.
3. Петруша Ю.Ю. Пошук ростостимуляторів сільськогосподарських культур серед піримідин-заміщених меркаптокислот / Ю.Ю. Петруша, Л.О. Омелянич // Біологічний вісник МДПУ. — 2013. — № 3. — С. 125–134.
4. Роматюк Н.Д. Фізіологічна активність нових регуляторів росту — івіну, емістиму С та агростиму-

- ліну: автореф. дис. ... канд. біол. наук / Н.Д. Романюк. — Львів, 1999. — 24 с.
5. Пономаренко С.П. Регулятори росту рослин у землеробстві / С.П. Пономаренко. — К.: ВП Ярмарок, 2003. — 143 с.
  6. Мембранотропна активність регуляторів росту рослин івіну та потейтину / В.П. Лозовий, О.М. Ляхов, С.В. Яблонська та ін. // Доповіді НАН України. — 2008. — № 9. — С. 173–176.
  7. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ / Под ред В.П. Фисенко. — М.: Ремедиум, 2000. — 264 с.
  8. Иванов В.Б. Клеточные основы роста растений / В.Б. Иванов. — М.: Наука, 1974. — 222 с.
  9. Методы оценки антиоксидантной активности веществ при иницировании свободно-радикальных процессов в исследованиях *in vitro*: метод. рекомендации. — К.: ГФЦ МЗ Украины. — 2002. — 26 с.
  10. Stefanov A.V. Preclinical studies of drugs (Method. recommendations) / A.V. Stefanov. — К.: Avicenna, 2001. — 528 p.

## REFERENCES

1. Yavorska V.K., Drahovoz I.V., Kriuchkova L.O. (2006). *Rehulyatory rostu na osnovi pryrodnoi syrovyny ta yikh zastosuvannya v roslinnyystvi* [Growth regulators based on natural raw materials and their use in crop]. Kyiv: Lohos Publ., 176 p. (*in Ukrainian*).
2. Fleet C.M., Sun T.P. (2005). A DELLAcate balance: The role of gibberellin in plant morphogenesis, *Curr. Opin. Plant Biol.*, No. 8, pp. 77–85 (*in English*).
3. Petrussha Yu.Yu., Omelianchyk L.O. (2013). *Poshuk roststymulyatoriv silskohospodarskykh kultur sered piryimidynzamishchenykh merkaptokyslot* [Search roststymulyatoriv crop of piryimidynzamishchenykh merkaptokyslot]. *Biologichnyi visnyk MDPU* [Biology Bulletin NGPU]. No. 3, pp. 125–134 (*in Ukrainian*).
4. Romaniuk N.D. (1999). «Rehulyatoriv physiological activity of the new growth — ivinu, emistymu C and ahrostymulinu» Abstract of candidate of biological Sciences, Lviv, 24 p. (*in Ukrainian*).
5. Ponomarenko S.P. (2003). *Rehulyatory rostu roslin u zemlerobstvi* [Plant growth regulators in agriculture]. Kyiv: VP Yarmarok Publ., 143 p. (*in Ukrainian*).
6. Lozovyi V.P., Liakhov O.M., Yablonska S.V., Filinska O.M., Rybalchenko T.V. (2008). *Membrano-*  
*tropna aktyvnist rehulyatoriv rostu roslin ivinu ta poteitynu* [Membranotropna Activity rehulyatoriv plant growth and ivinu poteitynu]. *Dopovidi NAN Ukrainy* [The report of the NAS of Ukraine]. No. 9, pp. 173–176 (*in Ukrainian*).
7. Fisenko V.P. (2000). *Rukovodstvo po eksperimentalnomu (doklinicheskomu) izucheniyu novykh farmakologicheskikh veshchestv* [Manual on experimental (preclinical) study of new pharmacological substances]. Moskva: Remedium Publ., 264 p. (*in Russian*).
8. Ivanov V.B. (1974). *Kletochnye osnovy rosta rasteniy* [Cell-based plant growth]. Moskva: Nauka Publ., 222 p. (*in Russian*).
9. *Metody otsenki antioksidantnoy aktivnosti veshchestv pri initsirovani svobodno-radikalnykh protsessov v issledovaniyakh in vitro: metod. rekomendatsii* [Evaluation Methods antioxidant activity of compounds at the initiation of free-radical processes in the in vitro studies: the method. recommendations]. Kiev: GFTs MZ Ukrainy Publ., 2002, 26 p. (*in Russian*).
10. Stefanov A.V. (2001): Preclinical studies of drugs (Method. recommendations), Kyiv: Avicenna Publ., p. 528 (*in English*).