

**ВИЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НОВОГО
СИНТЕТИЧНОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН – КОМПЛЕКСУ
СПІРОКАРБОНУ З БОРНОЮ КИСЛОТОЮ ЗАСОБАМИ ФІТОТЕСТІВ**

М. М. СИДОРОВИЧ, доктор педагогічних наук, кандидат біологічних наук,
професор кафедри біології людини та імунології,

Херсонський державний університет

E-mail: marinasidorovich1@gmail.com

О. П. КУНДЕЛЬЧУК, кандидат біологічних наук, доцент кафедри географії
та екології,

Херсонський державний університет

E-mail: okundelchuk@gmail.com

<https://doi.org/10.31548/dopovidi2021.06.005>

Анотація. *Визначення екологічної безпеки нових синтетичних регуляторів росту рослин є нагальною проблемою. Похідні спірокарбону підлягають такому визначенню засобами спеціально розробленої системи, що ґрунтується на фітотестах «пророщене насіння». Вказана система дає можливість за значеннями біометричних, цитологічних і біохімічних показників фітотесту визначити токсичний, цитотоксичний, генотоксичний (мутагенний) вплив та індукцію молекулярного стресу синтетичною хімічною речовиною, що тестується. Вказану систему використано для встановлення біологічних властивостей нового препарату – комплексу спірокарбону з борною кислотою – стосовно п'яти фітотестів однодольних і дводольних рослин. Фітотестування здійснено у спектрі концентрацій (10^{-7} - 10^{-2} моль/дм³) вказаного препарату. Він демонструє або відсутність, або наявність слабкої токсичної дії на фітотести, яка не перевищує 30%. Проведене дослідження показало, що регулятор росту рослин спірокарбон у комплексі з борною кислотою володіє рістрегулюючими властивостями, прояв яких залежить від концентрації препарату і видових особливостей рослин. Лише максимальна концентрації (10^2 моль/дм³) протестованого препарату є слаботоксичною для рослин. Отримані результати свідчать про біологічну ефективність і екологічну безпеку синтезованого препарату. Вказане дає можливість рекомендувати його для використання в сільськогосподарській практиці.*

Ключові слова: синтетичний регулятор росту рослин, спірокарбон, екологічна безпека, фітотест, токсичність

Актуальність. Аналіз останніх досліджень та публікацій. Поява широкого спектру синтетичних хімічних речовин, що мають сільськогосподарське призначення, зумовлює необхідність розробки

різноманітних систем визначення їх біологічних властивостей, зокрема, рівня екологічної безпеки. Вказаний напрям є актуальним для тестування таких властивостей нових синтетичних регуляторів росту

Сидорович М. М., Кундельчук О. П.

рослин із класу біциклічних бісечовин – похідних спірокарбону. Вони синтезовані на кафедрі хімії та фармації Херсонського державного університету під керівництвом її завідувача доцента, к.х.н О. Н. Речицького. Визначення біологічних властивостей цих синтетичних речовин успішно здійснюється міжкафедральною групою з проблем цитоекології ХДУ. У межах таких досліджень розроблена система визначення екологічної безпеки хімічних речовин за рівнями фітотесту «пророщене насіння Allium test». Вказана система дає можливість за значеннями біометричних, цитологічних і біохімічних показників фітотесту визначити токсичний, цитотоксичний, генотоксичний (мутагенний) вплив та індукцію молекулярного стресу синтетичною хімічною речовиною, що тестується [4].

Є низка праць, у якій охарактеризовані рістрегулюючі й біостимулюючі властивості одного з похідних спірокарбону – його комплексу з бурштиновою кислотою для однодольних, наприклад [1]. Визначення екологічної безпеки вказаного похідного спірокарбону в спектрі концентрацій 10^{-7} - 10^{-2} моль/дм³ засобами розробленої системи засвідчило в нього лише слабку токсичність найвищої концентрації, відсутність цито-, генотоксичності й наявності

молекулярного стресу щодо фітотесту «пророщене насіння Allium test» [4]. Тестування іншого похідного спірокарбону – його комплексу з борною кислотою щодо наявності рістрегулюючих властивостей і екологічної безпечності засобами розробленої системи її визначення – наступний етап доведення можливостей застосування нового класу синтетичних хімічних речовин у народному господарстві. У статті презентуються його результати щодо визначення токсичності й рістрегулюючих властивостей вказаного препарату на різних видах одно- і дводольних рослин. Отже, **метою роботи** стали характеристика біологічних властивостей комплексу спірокарбону з борною кислотою засобами низки модельних систем одно- і дводольних рослин.

Матеріали і методи досліджень. Насіння рапсу, пшениці озимої, льону, проса і ячменю проростили впродовж 2 діб за загально визнаною методикою в чашках Петрі за +26⁰С у термостаті, зволоження здійснювали дистильованою водою. Перед пророщенням насіння його замочили у спектрі концентрації (10^{-7} - 10^{-2} моль/дм³) комплексу спірокарбону з борною кислотою (Е) і дистильованій воді (Контроль). По закінченню пророщення у контрольного і кожного експериментального варіантів визначили біометричні показники у репрезентативних

Сидорович М. М., Кундельчук О. П.

об'ємах вибірок. До їх складу увійшли значення довжини стебла (гіпокотилію) **Л ст.**, довжини кореню (коренів) - **Л к.** і показник координації росту органів **Лк/Лст.** За одержаними даними обчислили середнє значення індексу токсичності препарату (ІТ) щодо фітотесту за формулою $IT=(T_1+T_2+\dots)/n$, де T_n - індекс токсичності, що розраховується для кожного експериментального варіанту за значеннями ростового показника, який нижчий за контроль; n – кількість показників токсичності, що задіяні для кожного варіанту. Кількісні дані оброблені статистично

із застосуванням ресурсу Excel і коефіцієнта Ст'юдента. Останній показник обчислили не тільки для К і Е варіантів, а і для суміжних експериментальних варіантів. Надійність відмінностей між значеннями оцінювали за рівнем ймовірності $p = 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення. Характеристика рістрегулюючих властивостей препарату. Результати моніторингу рістрегулюючих властивостей похідного спірокарбону щодо п'яти видів культурних рослин одно- і дводольних містять таблиці 1-5.

1. Динаміка ростових параметрів і показників координації росту органів проростка пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) за дії комплексу спірокарбону з борною кислотою.

| Показник /варіант | Л ст. | Л к. головного | Л к. мах. бічного | Лк.г/ Л ст. | Л к.г/ Л к.б. |
|-------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|---------------|
| Контроль | 15,4 ± 1,9 | 34,3 ± 2,6 | 31,0 ± 2,1 | 2,4 ± 1,7 | 1,1 ± 1,7 |
| 10 ⁻⁷ | 17,2 ± 1,6 | 34,7 ± 2,3 | 34,4 ± 1,8 | 2,1 ± 1,3 | 1,0 ± 1,3 |
| 10 ⁻⁶ | 17,4 ± 1,2 | 36,4 ± 1,9 | 36,6 ± 1,6 | 2,1 ± 1,3 | 1,0 ± 1,3 |
| 10 ⁻⁵ | 16,0 ± 1,1 | 34,1 ± 2,3 | 33,0 ± 1,5 | 2,2 ± 1,3 | 1,0 ± 1,3 |
| 10 ⁻⁴ | 16,6 ± 1,2 | 35,3 ± 2,0 | 33,3 ± 1,5 | 2,2 ± 0,7 | 1,1 ± 0,7 |
| 10 ⁻³ | 14,7 ± 1,0 | 35,5 ± 1,9 | 31,8 ± 1,4 | 2,6 ± 0,7 | 1,1 ± 0,7 |
| 10 ⁻² | 10,5 ± 1,8 *а | 24,5 ± 2,0 * а | 22,8 ± 2,0 * а | 2,5 ± 1,7 | 1,2 ± 1,7 |

достовірно відрізняється від * контролю, **а** - варіанту зверху при $p=0,05$

2. Динаміка ростових параметрів і показників координації росту органів проростка льону посівного (*Linum usitatissimum* L.) за дії комплексу спірокарбону з борною кислотою.

| Показник/варіант | Лст. | Лк. | Лк/ Л ст |
|------------------|-----------|------------|-----------|
| Контроль | 6,9 ± 2,2 | 18,8 ± 2,5 | 3,1 ± 1,4 |
| 10 ⁻⁷ | 6,2 ± 1,6 | 21,4 ± 1,9 | 4,1 ± 0,8 |
| 10 ⁻⁶ | 6,0 ± 1,0 | 22,8 ± 1,4 | 4,6 ± 0,8 |
| 10 ⁻⁵ | 6,4 ± 2,2 | 20,4 ± 2,5 | 3,4 ± 0,9 |
| 10 ⁻⁴ | 6,2 ± 0,8 | 22, ± 1,3 | 4,0 ± 0,7 |
| 10 ⁻³ | 5,9 ± 1,1 | 19,4 ± 1,4 | 3,4 ± 1,3 |
| 10 ⁻² | 4,8 ± 1,5 | 20,6 ± 1,7 | 5,0 ± 1,5 |

достовірно відрізняється від *контролю, **а** - варіанту зверху при $p=0,05$

Сидорович М. М., Кундельчук О. П.

3. Динаміка ростових параметрів і показника координації росту органів проростка проса звичайного (*Panicum miliaceum* L.) за дії комплексу спірокарбону з борною кислотою.

| Варіант/показник | Лст. | Лк. | Лк /Лст |
|------------------|-------------|-------------|----------|
| Контроль | 11,9±0,7 | 26,3±1,1 | 2,4±0,1 |
| 10 ⁻⁷ | 18,3±1,0* | 34,3±1,7* а | 2,0±0,2* |
| 10 ⁻⁶ | 20,8±0,9* а | 31,7±1,3* | 1,6±0,2* |
| 10 ⁻⁵ | 17,6±0,8* а | 31,4±1,2* | 1,9±0,1* |
| 10 ⁻⁴ | 16,0±0,8* | 29,7±1,4* | 2,0±0,2* |
| 10 ⁻³ | 14,1±0,9* а | 27,5±1,5 а | 2,1±0,2* |
| 10 ⁻² | 7,8±0,5* а | 22,1±1,1* а | 3,0±0,2* |

достовірно відрізняється від *контролю, а - варіанту зверху при p=0,05

4. Динаміка ростових параметрів і показника координації росту органів проростка ріпака озимого (*Brassica napus* L.) за дії комплексу спірокарбону з борною кислотою.

| Варіант/показник | Лст. | Лк. | Лк /Лст |
|------------------|----------|-------------|----------|
| Контроль | 6,2±0,4 | 26,7±1,1 | 4,8±0,4 |
| 10 ⁻⁷ | 5,0±0,9* | 35,9±2,1* | 8,9±1,1* |
| 10 ⁻⁶ | 5,4±0,8 | 32,5±1,6* а | 7,3±0,9* |
| 10 ⁻⁵ | 4,6±0,5* | 30,0±1,3* а | 8,0±0,6* |
| 10 ⁻⁴ | 5,2±0,5* | 32,0±1,2* а | 7,6±0,6* |
| 10 ⁻³ | 5,3±0,5* | 28,7±1,2* а | 6,5±0,5* |
| 10 ⁻² | 4,8±0,4* | 24,3±1,0* а | 5,8±0,4* |

достовірно відрізняється від *контролю, а - варіанту зверху при p=0,05

5. Динаміка ростових параметрів і показника координації росту органів проростка ячменя звичайного (*Hordeum vulgare* L.) за дії комплексу спірокарбону з борною кислотою.

| Варіант/показник | Л ст. | Л к. | Лк/ Лст |
|------------------|---------------|---------------|------------|
| Контроль | 7,8 ± 0,9 | 34,2 ± 1,9 | 6,6 ± 1,9 |
| 10 ⁻⁷ | 11,3 ± 0,9* | 39,1 ± 1,7* | 4,3 ± 1,4* |
| 10 ⁻⁶ | 13,1 ± 1,0* а | 38,8 ± 1,7* | 3,3 ± 1,4* |
| 10 ⁻⁵ | 10,4 ± 0,9* а | 33,4 ± 2,1 а | 3,9 ± 1,6* |
| 10 ⁻⁴ | 10,1 ± 0,9* | 36,5 ± 2,1* а | 4,1 ± 1,3* |
| 10 ⁻³ | 11,2 ± 0,9* а | 36,6 ± 1,8 | 4,5 ± 1,9* |
| 10 ⁻² | 6,5 ± 0,7* а | 32,6 ± 1,2 а | 7,4 ± 1,7 |

достовірно відрізняється від * контролю, а - варіанту зверху при p=0,05

Як свідчить їх аналіз щодо рiстрегулюючих властивостей препарату:

- за наявністю рiстрегулюючих властивостей у препарату загалом фітотести можуть

бути проранжовані: льон посівний (*Linum usitatissimum* L.) < пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) < ячмінь звичайний (*Hordeum vulgare* L.) < просо звичайне (*Panicum miliaceum* L.), ріпак озимий (*Brassica napus* L.);

Сидорович М. М., Кундельчук О. П.

таке ранжування свідчить, що однодольні і дводольні рослини не мають відмінностей за вказаним показником;

- є відмінності в рістрегулюючих властивостях трьох останніх фітотестів щодо концентрацій препарату 10^{-7} - 10^{-3} моль/дм³: для проса і ячменю вони є стимулюючими, а для рапсу – інгібуючими чинниками щодо наземної частини проростку; збільшення концентрації препарату сприяє зниженню вказаного ефекту в проса й суттєво не впливає на нього у ячменю;

- на підземну частину проростків таких самих фітотестів препарат здійснює тільки стимулюючий ріст вплив;

- препарат демонструє рістрегулюючі властивості й стосовно процесу координації росту органів проростків ячменю, проса й рапса: у двох перших фітотестів концентрації препарату 10^{-7} - 10^{-3} моль/дм³ сприяють зниженню, у останнього – підвищенню значень показників цього процесу;

- найбільша концентрація препарату здійснює гальмування росту стебла і кореню не тільки у ячменю, рапсу і проса; достовірно

зниження значень ростових показників демонструє і пшениця озима.

Остання аналітична позиція результатів дослідження спонукала до визначення рівня токсичного впливу препарату.

Токсичність дії комплексу спірокарбону з борною кислотою.

Результати обчислення середнього індексу токсичності препарату щодо дії на експериментальні модельні системи рослин містить таблиця 6. Як свідчать її дані, комплекс спірокарбону з борною кислотою демонструє або відсутність або наявність слабкої токсичної дії на фітотести, яка не перевищує 30 % [5]. Встановлений феномен притаманний лише найвищій концентрації препарату. За негативним впливом препарату фітотести також можна проранжувати: пшениця озима (*Triticum aestivum* L.) > ріпак озимий (*Brassica napus* L.), просо звичайне (*Panicum miliaceum* L.) > ячмінь звичайний (*Hordeum vulgare* L.), льон посівний (*Linum usitatissimum* L.). Препарат демонструє слабкий токсичний вплив на стебло проса і рапсу, у пшениці озимої найвища його концентрація гальмує ріст усіх органів. Гальмування росту його стебла перевищує 30 %.

Сидорович М. М., Кундельчук О. П.

6. Рівень токсичного впливу комплексу спірокарбону з борною кислотою на фітотести «пророщене насіння».

| Назва фітотесту | «Пророщене насіння» | | | | |
|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| | пшениці озимої | проса | рапсу | ячменю | льон |
| ІТ (%), Рівень токсичності | 28,9 Слабка токсичність | 25,1 Слабка токсичність | 14,5-25,1 Слабка токсичність - | 16,6 Відсутня токсичність | - Відсутня токсичність |

Відомо, що регулятори росту на основі спірокарбону впливають на розвиток як рослин, так і тварин і є сполуками, перспективними для використання в сільському господарстві [3]. Для покращення біологічних властивостей спірокарбони модифікують, зокрема, шляхом синтезу сполук спірокарбону з органічними молекулами [3] і з мікроелементами (Mn, Co, Cu, Zn і т.н.) [2].

Поміж мікроелементів, необхідних для росту і розвитку рослин, одним з найбільш цікавих є бор, оскільки для бору розрив між концентраціями, які є недостатніми для нормального функціонування клітин і токсичними концентраціями є дуже маленьким, що створює значні проблеми для виробників сільськогосподарської продукції: внесення надлишкової кількості борних добрив призводить до пошкодження рослин і втрати врожайності [7; 10]. Крім того, різні види культурних рослин мають суттєво різну потребу в борі, що ускладнює сівозміни на полях зі штучним внесенням бору в ґрунти [6].

Присутність бору в складі регуляторів росту рослин спроможна певним чином вирішити вказану проблему, оскільки передпосівна обробка насіння регуляторами росту дає можливість здійснювати такий вплив дозовано з урахуванням видової потреби сільськогосподарських рослин в борі. Вказане зумовило здійснення синтезу на кафедрі хімії ХДУ нового регулятора росту рослин – комплексу спірокарбону з борною кислотою й поставило питання біотестування біологічних властивостей і екологічної безпеки отриманого препарату.

Висновки і перспективи. Проведені нами дослідження засобами рослинних фітотестів показали, що регулятор росту рослин спірокарбон в комплексі з борною кислотою: і) володіє рістрегулюючими властивостями, прояв яких залежить від концентрації препарату і видових особливостей рослин; ii) лише в максимальній тестованій концентрації (10^{-2} моль/дм³) є слаботоксичним для рослин, що свідчить про біологічну ефективність і екологічну безпеку

Сидорович М. М., Кундельчук О. П.

синтезованого препарату і дозволяє рекомендувати його для використання в сільськогосподарській практиці.

Потрібно також зазначити, що є праці, у яких досліджується різна чутливість одно- і дводольних рослин щодо впливу бору [6; 8-9]. Поодинокі роботи розглядають вказане питання

щодо спірокарбону та його похідних і констатують наявність неоднакової чутливості у таких класів рослин [2-3]. Наше дослідження не підтвердило результати наведених експериментальних праць, але таке ствердження потребує подальшого опрацювання.

Список використаних джерел

1. Баканча М. В., Гладков А. О., Сидорович М. М. Визначення біостимулюючих властивостей хімічних речовин з класу біциклічних бісечовин засобами фітотестування. *Біологічні дослідження-2015: Збірник наукових праць*. Житомир: ПП «Рута». 2015. С. 225-228.

2. Нетреба Е. Е., Федоренко А. М., Максименко А. В. Исследования на растительных объектах рострегулирующей активности некоторых координационных соединений спирокарбона. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2013. Т. 9., № 2. С. 203-213.

3. Речицький О. Н., Пилипчук Л. Л., Косяк Т. А., Єзіков В. І. Дослідження на рослинних об'єктах рістрегулюючої активності спірокарбону та його похідних. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2010. Т. 6., № 1. С. 89-94.

4. Сидорович М. М., Речицький О. Н. Визначення екологічної безпеки синтетичних хімічних речовин за рівнями фітотесту «проростки *Allium cepa* L.». *Ecological research in higher education institutions: a collection of scientific articles / Editor-in-Chief Sidorovich M.M. Kherson: PE Vyshemyrskyi V.S.*, 2018. С. 56-63.

5. Яковлев В. В., Мацюк С. А., Борисова Т. Ю. Біотестування природних вод Харківської області для оцінки їх токсичності. *Комунальне господарство міст: науч.-техн. сб.* К: Техніка, 2008. Вип. 84. С. 102-110.

6. Brdar-Jokanovic M. Boron Toxicity and Deficiency in Agricultural Plants. *Int. J. Mol. Sci.* 2020. Vol. 21(4): 1424.

7. Güneş A., Alpaslan M., Inal A. Effects of boron fertilization on the yield and some yield components of bread and durum wheat. *Turk. J. Agric. For.* 2003. Vol. 27. P. 329–335.

8. Hu H., Brown P. H., Labavitch J. M. Species variability in boron requirement is correlated with cell wall pectin. *J. Exp. Bot.* 1996. Vol. 47. P. 227–232. doi: 10.1093/jxb/47.2.227.

9. Kobayashi M., Matoh T., Azuma J. Two chains of rhamnogalacturonan II are cross-linked by borate-diol ester bonds in higher plant cell walls. *Plant Physiol.* 1996. Vol. 110. P. 1017–1020. doi: 10.1104/pp.110.3.1017.

10. Soylu S., Sade B., Topal A., Akgün N., Gezgin S., Hakki E. E., Babaoğlu M. Responses of irrigated durum and bread wheat cultivars to boron application in a low boron calcareous soil. *Turk. J. Agric. For.* 2005. Vol. 29. P. 275 – 286.

References

1. Bakancha, M. V., Gladkov, A. O., Sidorovich, M. M. (2015). Determination of biostimulating properties of chemicals from the class of bicyclic urea by means of phytotesting. *Biological research-2015: Collection of scientific works*. Zhytomyr: PE "Ruta". 225-228 (in Ukrainian).

2. Netreba, E. E., Fedorenko, A. M., Maksimenko, A. V. (2013). Investigations on plant objects of the growth-regulating activity of some coordination compounds in spirocarbon. *Chornomorskiy botanichny magazine*, 9(2), 203-213 (in Russian).

3. Rechitsky, O. N., Pylypchuk, L. L., Kosyak, T. A., Ezikov, V. I. (2010). Investigation of plant-regulating activity of spirocarbon and its derivatives on plant objects.

Сидорович М. М., Кундельчук О. П.

Black Sea Botanical Journal, 6(1), 89-94 (in Ukrainian).

4. Sidorovich, M. M., Rechitsky, O. N. (2018). Determination of ecological safety of synthetic chemicals by levels of phytotest "Allium cepa l. Seedlings". Ecological research in higher education institutions: a collection of scientific articles / Editor-in-Chief Sidorovich M.M. Kherson: PE Vyshemyrskyi V.S., 56-63 (in Ukrainian).

5. Yakovlev, V. V., Matsyuk, S. A., Borisova, T. Yu. (2008). Biotesting of natural waters of Kharkiv region to assess their toxicity. Municipal services of cities: scientific and technical Sat K: Technique, 84, 102-110 (in Ukrainian).

6. Brdar-Jokanovic, M. (2020). Boron Toxicity and Deficiency in Agricultural Plants. Int. J. Mol. Sci., 21(4): 1424.

7. Güneş, A., Alpaslan, M., Inal, A. (2003). Effects of boron fertilization on the

yield and some yield components of bread and durum wheat. Turk. J. Agric. For., 27, 329–335.

8. Hu, H., Brown, P. H., Labavitch, J. M. (1996). Species variability in boron requirement is correlated with cell wall pectin. J. Exp. Bot., 47, 227–232. doi: 10.1093/jxb/47.2.227.

9. Kobayashi, M., Matoh, T., Azuma, J. (1996). Two chains of rhamnogalacturonan II are cross-linked by borate-diol ester bonds in higher plant cell walls. Plant Physiol., 110, 1017–1020. doi: 10.1104/pp.110.3.1017.

10. Soylu, S., Sade, B., Topal, A., Akgün, N., Gezgin, S., Hakki, E. E., Babaoğlu M. (2005). Responses of irrigated durum and bread wheat cultivars to boron application in a low boron calcareous soil. Turk. J. Agric. For., 29, 275–286.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ – КОМПЛЕКСА СПИРОКАРБОНА С БОРНОЙ КИСЛОТОЙ СРЕДСТВАМИ ФИТОТЕСТОВ

М. М. Сидорович, О. П. Кундельчук

Аннотация. Определение экологической безопасности новых синтетических регуляторов роста растений является насущной проблемой. Производные спирокарбона были подвергнуты такому определению средствами специально разработанной системы, основанной на фитотестах «пророщенные семена». Указанная система позволяет по значениям биометрических, цитологических и биохимических показателей фитотеста определить токсическое, цитотоксическое, генотоксическое (мутагенное) влияние и индукцию молекулярного стресса тестируемыми синтетическим химическим веществом. Указанная система была использована для установления биологических свойств нового препарата – комплекса спирокарбона с борной кислотой - в отношении пяти фитотестов однодольных и двудольных растений. Фитотестирование осуществляли в диапазоне концентраций (10^{-7} - 10^{-2} моль/дм³) указанного препарата. Было установлено, что препарат демонстрирует или отсутствие или наличие слабого токсического действия на фитотесты, которое не превышает 30%. Проведенное исследование показало, что регулятор роста растений спирокарбон в комплексе с борной кислотой обладает рострегулирующими свойствами, проявление которых зависит от концентрации препарата и видовых особенностей растений. Только максимальная концентрации (10^{-2}

Сидорович М. М., Кундельчук О. П.

моль/дм³) протестированного продукта является слаботоксической для растений. Полученные результаты свидетельствуют о биологической эффективности и экологической безопасности синтезированного препарата. Указанное позволяет рекомендовать его для использования в сельскохозяйственной практике.

Ключевые слова: синтетический регулятор роста растений, спирокарбон, экологическая безопасность, фитотест, токсичность

DETERMINATION OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF THE NEW SYNTHETIC PLANT GROWTH REGULATOR - SPIROCARBON COMPLEX WITH BORIC ACID BY MEANS OF PHYTOTESTS

M. M. Sidorovich, O. P. Kundelchuk,

Abstract. *Determining the environmental safety of new synthetic plant growth regulators is an urgent problem. Spirocarbon derivatives were subjected to such determination by means of a specially developed system based on phytotests "germinated seeds". This system allows the values of biometric, cytological and biochemical parameters of the phytotest to determine the toxic, cytotoxic, genotoxic (mutagenic) effects and induction of molecular stress by the synthetic chemical substance being tested. This system was used to establish the biological properties of a new drug – a complex of spirocarbon with boric acid - in relation to five phytotests monocotyledons and dicotyledons plants. Phytotesting was performed in the spectrum of concentrations (10^{-7} - 10^{-2} mol/dm³) of this drug. It demonstrated either the absence or presence of a weak toxic effect on phytotests, which did not exceed 30%. The study showed that the plant growth regulator spirocarbon in combination with boric acid has growthregulating properties, the manifestation of which depends on the concentration of the drug and the species characteristics of plants. Only the maximum concentration (10^{-2} моль/дм³) of the tested drug is slightly toxic to plants. The obtained results testify to the biological efficiency and ecological safety of the synthesized drug. This allows us to recommend it for use in agricultural practice.*

Key words: *synthetic plant growth regulator, spirocarbon, ecological safety, phytotest, toxicity*