

УДК 634.37(043.2)

Коноваленко О. Є., Сидорович М. М.,  
Ковальова Є. Г., Кот С. Ю.

## ЗМІНИ РІСТРЕГУЛЮЮЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПОХІДНОГО СПІРОКАРБОНУ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД РІЗНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФІТОТЕСТІВ

Херсонський державний університет

Вивчення змін рістрегулюючих властивостей нового синтетичного препарату, що має сільськогосподарське значення – комплексу спірокарбону з бурштиновою кислотою, в залежності від низки характеристик фітотестів показало, що індивідуальні особливості фітотестів, а саме якість насіння, різновид модельної системи і етап її життєвого циклу впливають на прояв рістрегулюючого ефекту препарату; кожна з них визначає кількість і напрям дії концентрацій, що регулюють пророщення насіння і ріст проростку; вираз його біостимулюючих властивостей; найменший вплив на досліджувані властивості препарату здійснює характеристика «етапи життєвого циклу фітотесту».

**Ключові слова:** похідний спірокарбону, якість насіння, різновид модельної системи, фітотестування.

У міжкафедральній науковій групі ХДУ з проблем цитоекології впродовж останніх років проводять дослідження біологічних властивостей нового класу регуляторів росту рослин з класу біциклічних бісесечовин, похідних спірокарбону, що створені хіміками університету. Ці препарати мають сільськогосподарське значення [4]. В межах вказаного напрямку першим етапом таких досліджень стала всебічна оцінка їх екологічної безпеки. Більшість таких робіт проводили із використанням *Allium test*, у зв'язку з тим, що одержані на ньому дані надійно корелюють з аналогічними результатами на лімфоцитах людини [19], а сама модельна система має високий рівень чутливості до стану довкілля [11].

Наступний етап власних досліджень довів, що на організмовому рівні один з препаратів – комплекс спірокарбону з бурштиновою кислотою – не чинить істотного токсичного впливу [14-17; 20], на клітинному – не має цитотоксичного і мітозомодифікуючого ефектів [10; 15; 18], а на молекулярному – не викликає оксидантний стрес [3]. Одержані результати свідчать про екологічну безпечність вказаного похідного спірокарбону.

На третьому етапі здійснили дослідження рістрегулюючих властивостей препарату, які довели, що комплекс не однаково змінює ріст проростків різних фітотестів. Він може як прискорювати, так і сповільнювати цей процес [8; 9]. В ході таких досліджень виявили наявність в препараті біостимулюючих властивостей. З'ясували, що вони в пшениці

озимої сортоспецифічні і мають більший вираз у її колеоптилю, ніж у інших органів проростку [2]. Протекторні властивості спірокарбону з бурштиною кислотою підвищували адаптаційні можливості проростків пшениці озимої до дії низьких плюсових температур [1]. З'ясовано, що більшість біологічних властивостей базова речовин спірокарбон набуває лише у складі комплексу. Вивчення ролі складових препарату засвідчило, що залежно від речовини, яка входить до комплексу зі спірокарбоном препарат має різний ступінь виразу рістрегулюючих властивостей [5; 8]. Незважаючи на наявність цілої низки праць щодо вивчення біологічних властивостей похідних спірокарбону, нез'ясованим залишився аспект змін їх рістрегулюючого ефекту в залежності від певних характеристик фітотестів, наприклад, різновидів модельної системи, якості насіння, життєвої форма, що використані у фітотесті.

Тому метою даної роботи стало вивчення змін таких властивостей комплексу спірокарбону з бурштиною кислотою в залежності від вказаних характеристик фітотестів.

### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проростки *Allium cepa* L. сорту Батун і пшениці озимої *Triticum aestivum* L. сформували за загально визнаною методикою в чашках Петрі впродовж 2-4 діб при  $t = 26^{\circ}\text{C}$  у спектрі концентрацій  $10^{-7} - 10^{-2}$  мол/дм<sup>3</sup> комплексу спірокарбону з бурштиною кислотою (СБ) і на дист. воді (контроль) (рис. 1, А). Арпаш проростили в спеціально виготовлених банках об'ємом 0,5 л при кімнатній температурі впродовж 3 діб (рис. 1, Б). По закінченню пророщення визначили біометричні показники: енергію пророщення (ЕП), довжину проростка (L пр.), кореню (L к.), стебла (L ст.), відношення Lст./Lк., кількість коренів (для арпашу). За допомогою вказаних показників провели моніторинги рістрегулюючих властивостей СБ засобами двох фітотестів. Якість насіння визначали за значення ЕП і рівнем його однорідності щодо ростових параметрів [12].



Рис. 1 – Проростки (А) і арпаш (Б) *Allium cepa* L.

Одержані в репрезентативних об'ємах кількісні дані обробили статистично з використанням ресурсу Excel і t-критерію. За [6], для виміру

ступеню нормальності розподілів біометричних даних обчислені коефіцієнти асиметрії  $As$  і ексцесу  $Ex$ .

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

До спектру характеристик, що впливали на рістрегулюючі властивості СБ віднесли якість насіння, з якого формувалися проростки, різновид фітотестів і етапи життєвого циклу модельної системи.

**Якість насіння.** В таблиці 1 наведені результати моніторингів рістрегулюючих властивостей комплексу СБ засобами фітотесту «проростки пшениці озимої», що сформовані з насіння різної якості у 2012 (№1) [13] та 2017 (№2) роках. Значення ЕП, L к. і Lст. контрольних проростків свідчать, що у моніторингу №1 формували проростки з якіснішого насіння, ніж в іншому моніторингу. Як свідчить таблиця 1, енергію пророщення в різних моніторингах змінила різна кількість концентрацій препарату, проте спрямованість дії цих концентрацій однакова: вони гальмували процес пророщення насіння. Якість насіння в умовах дії комплексу СБ впливала на ростові характеристики фітотесту. Довжину кореню змінювали неоднакова кількість концентрацій: у моніторингу №1 – три, а №2 – чотири. Ці концентрації формували дві групи, які мали протилежний напрям дії (див. табл.1). Але тільки в моніторингу №1 стимулюючи і гальмуючи ріст концентрації СБ чергувалися, тобто здійснювали біостимулюючих ефект. Аналогічні тенденції в цьому моніторингу зареєстровані щодо іншого ростового показника – довжини стебла. Отже, наявність біостимулюючих властивостей в комплексі СБ продемонстрував тільки моніторинг №1. (див. табл.1, №1 Lк. і Lст.). Щодо впливу препарату на процес координації росту органів проростку пшениці озимої два моніторингу довели наявність протилежного ефекту на цей процес (див. табл.1, L ст/ L к.).

Таблиця 1

#### Моніторинг біометричних показників проростків пшениці озимої, що сформовані під впливом комплексу спірокарбон з бурштиновою КИСЛОТОЮ

Варіант, моль/дм <sup>3</sup>	Значення ЕП		Значення Lк		Значення Lст		Значення L ст/ L к.	
	Моніторинг		Моніторинг		Моніторинг		Моніторинг	
	№1 [13 ]	№2	№1 [13 ]	№2	№1 [13 ]	№2	№1 [13 ]	№2
К	84,5±4,7	47, 7±1,7	31,2±1,3	26,7±1,7	17,3±0,7	10,86±0,5	0,6±0,04	0,23±0,05
10 <sup>-7</sup>	<b>72,5±3,5*</b>	47,3±2,4	<b>38,2±1,5*</b>	28,7±1,5	<b>18,6±0,8*</b>	<b>11,8±0,5*</b>	<b>0,50±0,02*</b>	<b>0,45±0,03*</b>
10 <sup>-6</sup>	81,0±4,8	46±4,1	29,2±1,4	27,9±1,8	<b>14,3±0,6*</b>	<b>11,9±0,6*</b>	<b>0,52±0,02*</b>	<b>0,52±0,06*</b>
10 <sup>-5</sup>	85,5±9,2	<b>43±3,4*</b>	<b>24,8±1,1*</b>	<b>30,3±1,8*</b>	<b>12,1±0,6*</b>	<b>13,2±0,7*</b>	0,53±0,05	<b>0,53±0,08*</b>
10 <sup>-4</sup>	81,0±1,6	<b>43,7±2,4*</b>	<b>41,2±1,7*</b>	<b>29,2±1,5*</b>	<b>18,9±0,8*</b>	<b>12,9±0,7*</b>	<b>0,47±0,02*</b>	<b>0,54±0,09*</b>
10 <sup>-3</sup>	79,0±12,1	47±3,4	29,5±1,4	<b>24,5±1,3*</b>	<b>13,8±0,7*</b>	11,3±0,45	<b>0,50±0,02*</b>	<b>0,54±0,06*</b>
10 <sup>-2</sup>	<b>71,0±5,3*</b>	<b>34,7±8,6*</b>	30,5±1,7	<b>20,1±1,6*</b>	<b>16,0±0,8*</b>	<b>9,6±0,9*</b>	0,57±0,03	<b>0,6±0,11*</b>

\* - достовірно відрізняється від еталону з  $p=0,05$

Отже, якість насіння пшениці озимої визначає:

- кількість концентрацій комплексу СБ, що мають рістрегулюючі властивості;
- напрям дії таких концентрацій: стимулюючий чи гальмуючий ефекти на ріст;
- наявність біостимулюючого ефекту препарату на ростові процеси в проростку; він має місце в насіння кращої якості.

У таблицях 3 і 4 наведені результати моніторингів рістрегулюючих властивостей комплексу СБ засобами проростків *Allium cepa L.*, що сформовані також з насіння різної якості в умовах дії препарату в 2013 [14], 2015 (№1) і 2016 (№2) роках. У зв'язку з відсутністю статистично достовірної різниці щодо значень середніх показників  $L_{пр}$  і  $L_k$  у моніторингах №1 і №2 для розподілів їх первинних даних обчислено коефіцієнти асиметрії  $A_s$  і ексцесу  $E_x$ . Їх значення містить таблиця 2. Наведені в цій таблиці дані свідчать про те, що насіння моніторингів №1 і №2 має розподіл близький до нормального. Отже, за ростовими показниками воно однорідне і тому його вважали якісним. Проте порівняння обчислених значень  $A_s$  і  $E_x$  цих моніторингів свідчать про вищий рівень якості насіння в моніторингу №2, ніж №1. Водночас насіння моніторингу А за такими самими коефіцієнтами суттєво відрізнялося за якістю. Його розглядали як насіння низької якості [12]. Підтверджує такий висновок і значення ЕП (див. табл. 3). Як свідчить таблиця 3, на ростові процеси проростків *Allium cepa L.* впливали не тільки концентрації досліджуваного комплексу, а і якість насіння. Довжину проростків в різних моніторингах змінила різна кількість концентрацій: в А – три, а в №1 та №2 – чотири. Моніторинги різняться за спрямованістю дії цих концентрацій. Так, у моніторингах А і №1 довжину проростка змінювали дві групи концентрацій – інгібуюча та стимулююча, в №2 – лише інгібуюча.

Таблиця 2

**Значення коефіцієнтів асиметрії і ексцесу розподілів насіння, з якого формували проростки за дії комплексу спірокарбону з бурштиною кислотою в моніторингах його рістрегулюючих властивостей**

Монітор.	N	Значення $A_s$		Значення $E_x$	
		обчислене	критичне	обчислене	критичне
А [14]	182	0,841	0,285	<b>0,184</b>	0,822
№1	220	<b>0,234</b>	0,265	<b>0,484</b>	0,812
№2	137	<b>0,180</b>	0,330	<b>0,059</b>	0,822

При порівнянні результатів моніторингів дії комплексу СБ на довжину кореня, також спостерігали відмінність у кількості значущих

концентрацій і спрямованості їх дії. Так, моніторинги А і №2 мали одну групу впливових концентрацій: в першому – стимулюючих, в іншому – гальмуючих. Моніторинг №1 же продемонстрував наявність двох груп концентрацій, які мали протилежний напрям дії. Як свідчить таблиця 4, комплекс спірокарбону з бурштиною кислотою в залежності від якості насіння неоднаково впливав на інші процеси формування проростку: пророщення насіння та процес координації росту органів проростка. Такий вплив знов визначив кількість і спрямованість дії концентрації СБ. Так, ЕП змінювалась в моніторингах А і №1 дві, а №2 – три концентрації.

Таблиця 3

**Моніторинг ростових процесів *Allium sera L.* під впливом комплексу спірокарбон з бурштиною кислотою**

№ вар.	Варіанти, моль/дм <sup>3</sup>	Значення L <sub>пр.</sub>			Значення L <sub>к</sub>		
		моніторинг			моніторинг		
		А [14]	№1	№2	А [14 ]	№1	№2
1	К	10,0±0,9	28,5±1,5	27,7±2,1	3,9±0,4	11,9±0,8	10,3±0,9
2	10 <sup>-7</sup>	<b>8,6±0,8*</b>	<b>34,8±1,4*</b>	<b>22,0±1,9*</b>	3,2±0,4	<b>15,2±0,7*</b>	<b>8,3±0,9*</b>
3	10 <sup>-6</sup>	10,0±0,9	<b>25,0±1,4*</b>	<b>20,5±1,6*</b>	4,0±0,5	<b>10,2±0,7*</b>	<b>7,3±0,7*</b>
4	10 <sup>-5</sup>	10,0±0,8	28,3±1,4	<b>25,4±2,0*</b>	3,7±0,5	12,3±0,7	<b>8,9±0,9*</b>
5	10 <sup>-4</sup>	<b>11,0±0,9*</b>	28,0±1,3	26,6±2,2	<b>5,0±0,5*</b>	12,2±0,8	9,9±1,2
6	10 <sup>-3</sup>	10,0±0,7	<b>24,2±1,4*</b>	<b>24,2±2,6*</b>	4,5±0,4	<b>10,2±0,7*</b>	<b>9,0±1,5*</b>
7	10 <sup>-2</sup>	<b>12,0±0,7*</b>	<b>32,9±1,3*</b>	28,8±1,8	<b>5,0±0,4*</b>	<b>13,9±0,7*</b>	10,1±1,0

\* - достовірно відрізняється від еталону з p=0,05

Таблиця 4

**Моніторинг пророщення насіння й координації росту органів проростків *Allium sera L.* під впливом комплексу спірокарбон з бурштиною кислотою**

№ варіанта	Варіанти, моль/дм <sup>3</sup>	Значення ЕП			Значення L ст/L к.		
		моніторинг			моніторинг		
		А[14]	№1	№2	А [14 ]	№1	№2
1	К	36±16	57,3±8,1	67,2±4,9	1,5±0,4	0,72±0,04	0,57±0,04
2	10 <sup>-7</sup>	<b>23±3*</b>	<b>70,5±3,9*</b>	<b>54,2±7,2*</b>	1,7±0,6	<b>0,81±0,06*</b>	0,62±0,06
3	10 <sup>-6</sup>	30±15	53,5±18,7	61,3±18,8	1,5±0,5	0,68±0,07	0,55±0,04
4	10 <sup>-5</sup>	24±10	58,0±17,2	<b>59,3±4,7*</b>	1,7±0,6	<b>0,80±0,07*</b>	0,56±0,04
5	10 <sup>-4</sup>	31±11	61,8±10,0	64,3±7,5	1,2±0,4	<b>1,24±0,08*</b>	<b>0,65±0,06*</b>
6	10 <sup>-3</sup>	35±6	62,5±6,2	<b>51,3±8,3*</b>	1,3±0,3	0,71±0,04	0,59±0,05
7	10 <sup>-2</sup>	<b>51±5*</b>	<b>67,3±3,9*</b>	73,2±7,7	1,4±0,5	0,73±0,04	0,56±0,04

\* - достовірно відрізняється від еталону з p=0,05

При цьому вони і стимулювали, і гальмували пророщення насіння *Allium cepa L.* Вплив на координацію росту органів проростка комплексу мав відмінності в трьох моніторингах. У моніторингу А комплекс СБ не впливав на цей процес, водночас у моніторингу №1 – три, а №2 – одна концентрації сприяли збільшенню значень відношення довжини стебла до довжини кореня проростку *Allium cepa L.*

Отже, *Allium test* в залежності від якості насіння продемонстрував аналогічний попередньому вплив на рістрегулюючі властивості комплексу СБ. Вказана характеристика цього фітотесту також визначала кількість концентрацій препарату, які регулюють ріст фітотесту, і спрямованість їх дії. *Allium test* також показав наявність біостимулюючих властивостей в препараті. Найменшу чутливість до дії комплексу СБ продемонстрував процес координації росту органів проростку.

**Різновид модельної системи (фітотесту).** Для з'ясування впливу різновиду фітотесту на рістрегулюючі властивості комплексу СБ провели порівняльний аналіз результатів моніторингів біометричних показників проростків *Allium cepa L.* і пшениці озимої, що сформовані за дії спектру його концентрації. Таблиця 5 містить такі результати стосовно енергії пророщення насіння двох фітотестів. Як свідчить ця таблиця комплекс СБ неоднаково впливав на вказаний процес в різних модельних системах. В той час як *Allium test* продемонстрував суттєві різноспрямовані зміни значень ЕП (виключення складає моніторинг №2), пшениця озима в обох моніторингах показала стійке пригнічення вказаного процесу.

Таблиця 5

**Моніторинг процесу пророщення насіння *Allium cepa L.* та пшениці озимої за дії комплексу спірокарбону з бурштиновою кислотою**

Варіанти, моль/дм <sup>3</sup>	Значення ЕП				
	А [14]	<i>Allium cepa L.</i>		пшениця озима	
		№1	№2	№1	№2
К	36±16	57,3±8,1	67,2±4,9	84,5±4,7	47, 7±1,7
10 <sup>-7</sup>	<b>23±3*</b>	<b>70,5±3,9*</b>	<b>54,2±7,2*</b>	<b>72,5±3,5*</b>	47,3±2,4
10 <sup>-6</sup>	30±15	53,5±18,7	61,3±18,8	81,0±4,8	46±4,1
10 <sup>-5</sup>	24±10	58,0±17,2	<b>59,3±4,7*</b>	85,5±9,2	<b>43±3,4*</b>
10 <sup>-4</sup>	31±11	61,8±10,0	64,3±7,5	81,0±1,6	<b>43,7±2,4*</b>
10 <sup>-3</sup>	35±6	62,5±6,2	<b>51,3±8,3*</b>	79,0±12,1	47±3,4
10 <sup>-2</sup>	<b>51±5*</b>	<b>67,3±3,9*</b>	73,2±7,7	<b>71,0±5,3*</b>	<b>34,7±8,6*</b>

\* - достовірно відрізняється від еталону з  $p=0,05$

Таблиця 6. містить порівняльні результати моніторингів росту кореню проростків двох фітотестів під впливом досліджуваного препарату. Як свідчать дані цієї таблиці, різновид модельної системи може не тільки

продемонструвати наявність в препараті рiстрегулюючих можливостей, а i проявити бiостимулюючих ефект щодо процесу росту (див. табл.6, пшениця озима, монiторинг №1, *Allium cepa* L. – монiторинг №1).

Таблиця 6

**Монiторинг росту кореня проросткiв *Allium cepa* L. та пшеницi озимої за дiї комплексу спiрокарбону з бурштиновою кислотою**

Варіанти, моль/дм <sup>3</sup>	Значення L <sub>к</sub>				
	<i>Allium cepa</i> L.			пшениця озима	
	A [14 ]	№1	№2	№1	№2
К	3,9±0,4	11,9±0,8	10,3±0,9	31,2±1,3	26,7±1,7
10 <sup>-7</sup>	3,2±0,4	<b>15,2±0,7*</b>	<b>8,3±0,9*</b>	<b>38,2±1,5*</b>	28,7±1,5
10 <sup>-6</sup>	4,0±0,5	<b>10,2±0,7*</b>	<b>7,3±0,7*</b>	29,2±1,4	27,9±1,8
10 <sup>-5</sup>	3,7±0,5	12,3±0,7	<b>8,9±0,9*</b>	<b>24,8±1,1*</b>	<b>30,3±1,8*</b>
10 <sup>-4</sup>	<b>5,0±0,5*</b>	12,2±0,8	9,9±1,2	<b>41,2±1,7*</b>	<b>29,2±1,5*</b>
10 <sup>-3</sup>	4,5±0,4	<b>10,2±0,7*</b>	<b>9,0±1,5*</b>	29,5±1,4	<b>24,5±1,3*</b>
10 <sup>-2</sup>	<b>5,0±0,4*</b>	<b>13,9±0,7*</b>	10,1±1,0	30,5±1,7	<b>20,1±1,6*</b>

\* - достовiрно вiдрiзняється вiд еталону з p=0,05

Такi властивостi демонструє препарат щодо проросткiв пшеницi, якi сформованi з найкiснiшого насiння. В *Allium test* для такого насiння вони зареєстрованi не були.

Таблиця 7

**Монiторинг процесу координацiї росту органiв проросткiв *Allium cepa* L. та пшеницi озимої за дiї комплексу спiрокарбону з бурштиновою кислотою**

Варіанти, моль/дм <sup>3</sup>	Значення L ст/L к.				
	<i>Allium cepa</i> L.			пшениця озима	
	A [14 ]	№1	№2	№1	№2
К	1,5±0,4	0,72±0,04	0,57±0,04	0,6±0,04	0,23±0,05
10 <sup>-7</sup>	1,7±0,6	<b>0,81±0,06*</b>	0,62±0,06	<b>0,50±0,02*</b>	<b>0,45±0,03*</b>
10 <sup>-6</sup>	1,5±0,5	0,68±0,07	0,55±0,04	<b>0,52±0,02*</b>	<b>0,52±0,06*</b>
10 <sup>-5</sup>	1,7±0,6	<b>0,80±0,07*</b>	0,56±0,04	0,53±0,05	<b>0,53±0,08*</b>
10 <sup>-4</sup>	1,2±0,4	<b>1,24±0,08*</b>	<b>0,65±0,06*</b>	<b>0,47±0,02*</b>	<b>0,54±0,09*</b>
10 <sup>-3</sup>	1,3±0,3	0,71±0,04	0,59±0,05	<b>0,50±0,02*</b>	<b>0,54±0,06*</b>
10 <sup>-2</sup>	1,4±0,5	0,73±0,04	0,56±0,04	0,57±0,03	<b>0,6±0,11*</b>

\* - достовiрно вiдрiзняється вiд еталону з p=0,05

У таблицi 7. наведено порiвняльнi результати монiторингiв координацiї росту органiв проросткiв двох модельних систем. Як свiдчать її данi в пшеницi вказаний процес бiльш чутливий до дiї препарату, нiж в

цибулі. Отже, різновид фітотесту визначає дію препарату на вказаний процес.

Отже, різновид модельної системи, який використовують для моніторингу біологічних властивостей комплексу СБ впливає на вираз його:

- рістрегулюючого ефекту стосовно всіх складових процесу формування проростку: пророщення насіння, ріст проростку, координації росту його органів;
- біостимулюючого впливу на ростові процеси.

**Етапи життєвого циклу фітотесту.** Для дослідження впливу комплексу спірокарбону з бурштиною кислотою на процес пророщення арпашу *Allium cepa* L. обрано концентрації комплексу, які достовірно впливали на ростові параметри його проростків *Allium test* ( $10^{-7}$ ,  $10^{-3}$  та  $10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>). Таблиця 8. містить вихідні і біометричні дані арпашу цибулі, що пророщували на комплексі СБ. Як свідчать дані цієї таблиці, вага контрольного й експериментальних варіантів арпашу достовірно не відрізнялася, що свідчить про однорідність вихідного матеріалу дослідження. Жодна з концентрацій комплексу спірокарбону з бурштиною кислотою не здійснила достовірного впливу на кількість коренів арпашу порівняно з контролем. Проте значення довірчого інтервалу свідчить про необхідність додаткової перевірки вказаного припущення. Водночас проведене дослідження показало, що комплекс СБ достовірно впливав на довжину коренів в концентраціях  $10^{-3}$  та  $10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>. При цьому спостерігали суттєве інгібування росту коренів. Отже, комплекс спірокарбону з бурштиною кислотою не здійснив вплив на кількість утворених коренів арпашу *Allium cepa* L., але був спроможний суттєво затримувати їх ріст. Отримані результати щодо Lк відрізняється від аналогічних, які одержані на проростках такого самого фітотесту.

Таблиця 8

**Вихідні і біометричні дані арпашу *Allium cepa* L., що пророщували на комплексі спірокарбону з бурштиною кислотою**

Варіанти, моль/дм <sup>3</sup>	Вага арпашу (г)	Кількість коренів на 1 арпаш	Lк.
К	0,67±0,09	10,0±3,6	13,0±2,4
$10^{-7}$	0,79±0,20	8,9±2,9	10,8±2,20
$10^{-3}$	0,75±0,20	9,6±2,3	<b>2,8±0,26*</b>
$10^{-2}$	0,83±0,20	8,2±2,2	<b>1,1±0,12*</b>

\* - достовірно відрізняється від еталону з  $p=0,05$

Вивчення змін рістрегулюючих властивостей нового синтетичного препарату, що має сільськогосподарське значення – комплексу



спірокарбону з бурштиною кислотою, в залежності від низки характеристик фітотестів показало, що:

- індивідуальні особливості фітотестів, а саме якість насіння, різновид модельної системи і етап її життєвого циклу впливають на прояв рістрегулюючого ефекту препарату;
- кожна з них визначає кількість і напрям дії концентрацій, що регулюють пророщення насіння і ріст проростку; вираз його біостимулюючих властивостей;
- найменший вплив на досліджувані властивості препарату здійснює характеристика «етапи життєвого циклу фітотесту».

Встановлені особливості фітотестування засобами пророщеного насіння необхідно враховувати під час планування експериментальної роботи з синтетичними регуляторами росту рослин, зокрема, похідними спірокарбону.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Баканча М.В. Протекторні властивості синтетичного стимулятора росту рослин з класу біциклічних бісесечовин – похідних спірокарбону / М. В. Баканча, К. А. Воронова // Екологічна безпека держави: Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів, (Київ, 16-18 квітня 2013 року). – К.: НАУ, 2013. – С. 126-127.
2. Баканча М. В. Визначення біостимулюючих властивостей синтетичних хімічних речовин з класу біциклічних бісесечовин засобами фітотестування / М. В. Баканча, А. О. Гладков, М. М. Сидорович // Біологічні дослідження – 2015: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2015. – С. 225-228.
3. Воронова К.А. До питання про визначення критеріїв екологічно чистого антропогенного чинника довкілля засобами біотестування / К.А. Воронова, М.М. Сидорович // Пошук молодих. Випуск 12: матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції [“Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній та вищій школі” ]. – Херсон: ПП В. С. Вишемирський., 2013. – С. 186-189.
4. Ересько В. А. Регулятор роста растений / В.А.Ересько, Г. А. Голик, В. П. Евтушенко// Автор, свидет. 1628255, опуб.15.10.1990.
5. Коноваленко О. Є. Визначення біологічних властивостей спірокарбону та його комплексу з бурштиною кислотою засобами Allium test / О. Є. Коноваленко, Є. Г. Ковалева, С. Ю. Кот // Екологічна безпека держави: тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів. м. Київ, 21квітня 2016 р. Національний авіаційний університет. – К.: НАУ, 2016. – С. 126-128.
6. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов-4-е изд., перераб. и доп. / Г. Ф. Лакин - М.: Высш. шк., 1990.- 352 с.
7. Мелькова Т. А. Порівняльна характеристика рістрегулюючих властивостей похідних спірокарбону – нового класу стимуляторів росту рослин / Т. А. Мелькова, М. М. Сидорович // Біологічні дослідження – 2015: Збірник наукових праць. – Житомир: ПП «Рута», 2015. – С. 36-38.
8. Мелькова Т. А. Порівняльна характеристика біологічних властивостей похідних спірокарбону засобами тест-об'єкту «пророщене насіння пшениці озимої» //

- Т. А. Мелькова, М. М. Сидорович, С. Ю. Кот // Пошук молодих. Випуск 15: матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції [«Технології компетентісно-орієнтовного навчання природничо-математичних дисциплін»], – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2016. – С. 142-144.
9. Мещеряк В.В. Моніторинг біологічних властивостей комплексу спірокарбон з янтарною кислотою за допомогою ALLIUM TEST / В. В. Мещеряк, М.М. Сидорович, О.Н. Речицький // Пошук молодих. Випуск 11: матеріали Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції [«Формування компетентностей учнів і студентів засобами природничо-математичних дисциплін»] – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2012. – С. 203-205.
  10. Польшенко Ю. В. Визначення цитотоксичності і мутагенності комплексу спірокарбону з бурштиною кислотою / Ю. В. Польшенко // Екологічна безпека держави: тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів. – К.: НАУ, 2014. – С. 145-146.
  11. Прохорова И. М. Особенности пространственной динамики мутагенной активности воды р. Которосль и оз. Неро / И. М. Прохорова, П. Н. Фомичёва, М. И. Ковалёва и др. // Современные проблемы биологии, экологии, химии : Региональный сборник научных трудов. — Ярославль, 2005. — С. 118-119.
  12. Сидорович М.М. Первинна статистична обробка кількісних біометричних даних як засіб визначення якості цибулі / М. М. Сидорович, С. А. Алексеева // Сучасні проблеми біології екології та хімії: Збірка матеріалів 3 Міжнародної конференції, присвяченої 25-річчю факультету. – Запоріжжя: Сопі Art., 2012. – С. 50-51.
  13. Сидорович М. М. Моніторинг властивостей комплексу спірокарбон з бурштиною кислотою засобами тест-системи «пророщене насіння пшениці» / М. М. Сидорович, М. П. Баканча, С. Ю. Кот // Збірник наукових праць. Культура здоров'я. – Херсон: П.П. Вишемирський В.С., 2012.– С. 52-54.
  14. Сидорович М.М. Определение уровня экологической безопасности комплекса спирокарбона с янтарной кислотой при помощи фитотестов / М.М. Сидорович, О.П. Кундельчук, Е.А. Воронова // Сборник научных трудов Sword. – Выпуск 3. Том 43. – Иваново: Макарова А.Д., 2013.– С. 46-54.
  15. Сидорович М.М. Мітозомодифікуючі та мутагенні властивості похідних спірокарбона / М.М.Сидорович, Ю.В. Польшенко // Наука в інформаційному просторі : матеріали ІХ Міжнародної науково-практичної конференції, 10–11 жовтня. 2013 р. : у 8 т. – Дніпропетровськ : Біла К. О., 2013. – Т. 7. – С. 59-62.
  16. Сидорович М. М. Моніторинг біологічних властивостей комплексу спірокарбон з бурштиною кислотою засобами фітотесту «культура ряски малої Lemna minor L.» / М. М. Сидорович, М. В. Баканча // Екологічна безпека держави: тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів. – К.: НАУ, 2014. – С. 180-186.
  17. Сидорович М. М. Фітотестування біологічних властивостей нового синтетичного стимулятора росту рослин – комплексу спірокарбону з бурштиною кислотою / М. М. Сидорович, О. П. Кундельчук, С. Ю. Кот // Природничий альманах. Сер.: Біологічні науки. - 2016 – Випуск 23. – С. 108-116.
  18. Сидорович М. М. Фитотестирование цитотоксичности и мутагенности производной спирокарбона – нового синтетического регулятора роста растений / М. М. Сидорович, О. П. Кундельчук, Ю. В. Польшенко, С. Ю. Кот // Природничий альманах. Біологічні науки, випуск 20. Збірник наукових праць. – Херсон: ПП Вишемирський, 2017. – С. 140-153.

19. Fiskesjo G. The Allium test - an alternative in environmental studies: the relative toxicity of metal ions / G. Fiskesjo //Mutation Research. - 1988. - Vol. 197. - P. 243 - 260.
20. Sidorovich Marina Ecological safety phytotesting of the new syntetic plant growth – spirocabon derivative / M. Sidorovich, O. Kundelchuk, A. Rechytskyi // American Journal of Science and Technologies «Princeton University Press». - 2015. – PP. 804. – 815.

**Konovalenko O. Ye., Sidorovich M. M., Kovaleva E. G., Kot C. Y.  
CHANGES OF GROWTH-REGULATING PROPERTIES OF  
DERIVATIVE SPIROCARBON FABRICS DEPENDING ON  
DIFFERENT CHARACTERISTICS OF PHYTOTESTS**

Scientists of the Kherson state university synthesized a new class of regulators of growth of plants. They are spirocarbon fabrics derivatives. These medicines have agricultural value. Article lights studying of one of aspects of biological properties of these medicines with a phytotesting method. Two phytotests are used in work. These are sprouts of Allium test and a winter wheat. Biometric parameters of sprouts reflected influence of several characteristics of phytotests for changes of growth-regulating properties of a complex of spirocarbon fabrics with amber acid. Researches have shown that specific features of vegetable test system these are capable to change property of medicine. The quality of seeds, kind of model system and its stage of life cycle define quantity and the direction of action of concentration of a complex. They influence identification of bistimuliruyushchy effect of medicine. Such features of phytotesting need to be considered when studying biological properties of derivatives of spirocarbon fabrics.

Derivative spirocarbon, of growth-regulating properties of derivative spirocarbon, quality of seeds, kind of the model system, phytotesting method.