УДК 634.37 (043.2)

Сидорович М.М., Кундельчук О.П., Кот С.Ю.

ФІТОТЕСТУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НОВОГО СИНТЕТИЧНОГО СТИМУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН – КОМПЛЕКСУ СПІРОКАРБОН З БУРШТИНОВОЮ КИСЛОТОЮ

Херсонський державний університет,
кафедра біології людини та імунології
E-mail: marinasidorovich1@yandex.ua

Ключові слова: *фітотест, стимулятор росту рослин, екологічна безпечність*

Розроблення нових ефективних синтетичних регуляторів росту рослин є однією з нагальних проблем сучасного землеробства. Хіміки Херсонського державного університету залучилися до її розв'язання і створили спектр таких речовин – похідних спірокарбону [3]. Ці синтетичні речовини відносять до нового класу синтетичних регуляторів росту рослин. Він є спіросполукою, яка складається з двох гетероциклів, кожен з яких має два атоми Нітрогену и чотири атоми Карбону. Один з них є загальним. Кожне кільце має карбонільну групу. Цикли знаходяться в транс-конфігурації відносно загального атому карбону. Синтез спірокарбону здійснювали двома шляхами, які базувалися на взаємодії сечовини з кетонами або їх похідними в присутності сильно концентрованої кислоти [7]. Комплекс спірокарбону з бурштиновою кислотою одержали в реакторі, сполученому зі зворотним холодильником. На водяній бані нагріли суміш спирту об'ємом 5 $см^3$ з бурштиновою кислотою масою 1,18 г (0,01 моль). Після того, як кислота розчинилася, додали невеликими порціями кристалічний спірокарбон масою 3,6 г (0,012 моль). Нагрівання продовжили до утворення однорідного розчину. Після цього додали ацетон об'ємом 5 $см^3$ у і продовжили кип'ятити ще 1год. Через добу випали білі голкоподібні кристали. Вихід 2 г (37 %). $Т_{пл.}$ = 240 єС. Хіміки ХДУ розпочали характеристику рістрегулюючих властивостей вказаних препаратів [2,6-7]. Водночас ґрунтовного опису їх біологічних властивостей засобами фітотестування проведено ще не було. Саме цикл таких досліджень проводиться в науковій групі з проблем цитоекології ХДУ під керівництвом професора М.М. Сидорович. Результати, що презентуються, є її частиною.

Отже, метою дослідження стала характеристика біологічних властивостей комплексу спірокарбон з бурштиновою кислотою засобами батареї фітотестів.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ

У дослідженні до складу батареї фітотестів увійшли пророщене насіння пшениці озимої *Triticum durum Desf.* (фітотест 1) , пророщене насіння пшениці ярової *Triticum aestivum L.* (фітотест 2) і культура ряски малої

Lemna minor L. (фітотест 3). Під час добору фітотестів виходили з сільськогосподарського значення рослин, їх індикаторних можливостей щодо визначення полютантності чинника і результатів власних попередніх досліджень.

Постановка експерименту. Насіння пшениці замочили на 1 добу в дис. H_2O і різних концентраціях (10^{-7} - 10^{-2} мол/л) комплексу і суміші спірокарбон з бурштиновою кислотою (СБ), спірокарбону та бруштиновій кислоті. Після цього впродовж 2 діб насіння проростили при t= 26°С за загальновизнаною методикою. Після цього для кожного проростка обчислили 4 біометричні показники: енергію проростання (ЕП), довжину кореню ($L_{кор}$) і стебла ($L_{ст}$), відношення $L_{кор}/L_{ст.}$. $L_{кор.}$ − це довжина головного кореня від його кінчика до насінини, в мм. Вказані показники дозволяють оцінити вплив комплексу на процеси проростання насіння, ріст проростків, співвідношення ростових процесів у стеблі і корені. Ряска мала. Культивування *Lemna minor* L. проводили в чашках Петрі на дистильованій воді (контроль) і розчинах комплексу СБ (10^{-4} моль/л та 10^{-5} моль/л). Чашки з ряскою експонували впродовж 15 діб. На 3, 6, 9 і 15 добу визначали кількість листецiв в кожній чашці [8]. По закінченню культивування вимірювали максимальну довжину кореня (Lк, $V_{вибірки}$ = 70), кількість листецiв з мертвими клітинами ($V_{вибірки}$ = 70) та концентрацію хлорофілу за допомогою ФЕК.

Визначення температуро-протекторних властивостей комплексу СБ. Наведена далі методика розроблена власноруч [1]. За нею насіння пшениці озимої замочили на 1 добу в 10^{-4} мол/л , 10^{-5} мол/л комплексу СБ і дис. H_2O. Потім його проростили при t = +4°С впродовж 4-х годин і перенесли до термостату при t = +26°С. Паралельно пророщували вказані варіанти при t= +26°С без впливу низької температури. Всі варіанти пророщували впродовж 2- діб. Подальші біометричні дослідження проводили, як описано вище.

Статистична обробка кількісних даних. Ступінь ушкоджуючої дії (УД) обчислили за методикою [5]. Визначення фітотоксичної дії ($E_{т.}$) препарату проводилось шляхом зіставлення показників тест-функції ($L_{ср.}$) кореня в контрольних і експериментальних варіантах. Фітотоксична дія спостерігається якщо $E_{т.}$ > 20% від контрольного рівня [4].

Кількісні дані одержані на репрезентативних об'ємах вибірок з p=0,05. Статистична обробка здійсненна з використанням критерію Ст`юдента і ресурсу Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Фітотестування засобами пророщеного насіння пшениці *Triticum*

Ростові процеси. Характеристика біологічних властивостей комплексу СБ засобами фітотестів пророщене насіння пшениці озимої *Tr. durum* (1) і

пророщене насіння пшениці ярової *Tr. aestivum* (2) одержані в моніторинговому дослідженні. Його результати містить таблиця 1.

Таблиця 1

Порівняльна динаміка біометричних показників проростків фітотестів *Triticum* в моніторингу комплексу спірокарбону з бурштиновою кислотою

	Фітотест (1)				Фітотест (2)			
Варіант	ЕП 1	Lкор1	Lст1	Lст/ Lкор1	ЕП 2	Lкор 2	Lст 2	Lст/ Lкор 2
Контр.	***84,5±4,7***	***31,2±1,3***	***17,3±0,7***	***0,59±0,04***	***75,0±4,3***	***28,9±1,8***	***11,1±0,7***	***0,38±0,04***
10^{-2}	**71,0±5,3[a]**	30,5±1,7	**16,0±0,8[a]**	0,57±0,03	73,0±3,6	27,1±1,8	10,3±0,7	0,38±0,04
10^{-2}	79,0±12,1	29,4±1,4	**13,8±0,7[a]**	**0,50±0,02[a]**	**79±5,1[a]**	**25,8±1,5[a]**	11,7±0,7	**0,41±0,04[a]**
10^{-3}	81,0±1,6	**41,2±1,7[a]**	**18,9±0,8[a]**	**0,47±0,02[a]**	75,5±4,4	29,9±1,6	10,2±0,7	**0,34±0,04[a]**
10^{-4}	85,5±9,2	**24,8±1,1[a]**	**12,1±0,6[a]**	0,53±0,05	74,0±3,9	28,3±1,7	10,2±0,7	0,36±0,04
10^{-5}	81,0±4,8	29,2±1,4	**14,3±0,6[a]**	**0,52±0,02[a]**	76,0±4,7	**31,5±1,5[a]**	11,6±0,6	0,36±0,04
10^{-6}	**72,5±3,5[a]**	**38,2±1,5[a]**	**18,6±0,8[a]**	**0,50±0,02[a]**	75,0±4,2	31,0±2,0	11,4±0,8	0,36±0,04
10^{-7}	84,5±4,7	31,2±1,3	17,3±0,7	0,59±0,04	75,0±4,3	28,9±1,8	11,1±0,7	0,38±0,04

[a] *- значення достовірно відрізняються від контролю з p=0,05.*

Аналіз даних цієї таблиці разом з даними одержаними раніш [9] засвідчив, що:

- препарат має рістрегулюючі властивості і може впливати на енергію проростання при формуванні проростків пшениці (фітотести 1 і 2); рівень їх прояву видоспецифічний;
- комплекс СБ суттєвіше впливає на фітотест 1, ніж на фітотест 2: достовірні зміни в першому фітотесті зазнають всі показники; водночас Lст (2) не змінюється, інші параметри фітотесту 2 різноспрямовано змінюють свої значення лише за дії 1-2 його концентрацій;
- протестований препарат чинить слабку УД і Еф на живу систему (фітотест 1). Отже, йому притаманний незначний токсичний ефект на рівні організму;
- комплекс СБ має біостимулюючі властивості стосовно пшениці озимої (фітотест 1): моніторинг значень $L_{кор.}$ 1 і $L_{ст.}$ 1 свідчить, що ріст проростка знаходився під різноспрямованим впливом препарату за умови дії різних його концентраціях. При цьому концентрації, які гальмували, і концентрації, що стимулювали ріст, чергувалися. Отже, вказані властивості також є видоспецифічними.

Подальше дослідження спрямували на з'ясування причин виникнення вказаних властивостей в комплексу СБ стосовно пшениці озимої. Для цього склали порівняльну характеристику рістрегулюючих властивостей похідних препарату та їх суміші за результатами моніторингових досліджень. Таблиця 2 містить їх результати. Порівняння одержаних даних з результатами моніторингового дослідження комплексу СБ (див. табл.1) дозволяє зробити наступні висновки:

Таблиця 2

Порівняльна динаміка біометричних показників проростків фітотесту *Tr. durum* в моніторингу складових комплексу спірокарбону з бурштиновою кислотою та їх суміші

	Спірокарбон		**Бурштинова кислота**		**Суміш спірокарбон+ бурштинова кислота**	
Варіант	Lкор С	Lст С	Lкор Б	Lст Б	Lкор С+Б	Lст С+Б
Контр.	***18,5 ±1,6***	***9,0±0,6***	***36,5±1,5***	***15,1±0,6***	***29,5±2,0***	***13,0±0,7***
10^{-2}	**15,1±1,3[a]**	**7,1±0,4[a]**	**31,0±2,0[a]**	**11,6±2,5[a]**	**22,4±2,0[a]**	**9,4±0,6**
10^{-2}	**16,1±1,6[a]**	9,2±0,8	**40,5±1,5[a]**	**16,7±0,6[a]**	29,9±2,5	13,2±0,9
10^{-3}	17,7±2,2	8,5±1,2	35,0±1,3	14,0±0,6	29.8±2.1	12,3±0,8
10^{-4}	16,6±1,4	**8,0±0,7[a]**	**41,5±1,3[a]**	**17,3±0,6[a]**	30,6±2,5	13,0±1,0
10^{-5}	17,0±1,5	8,4±0,7	38,0±1,4	15,2±0,6	31,2±2,1	12,9±0,8
10^{-6}	17,6±1,4	8,7±0,6	**40,5±1,5[a]**	**17,6±0,7[a]**	29,3±2,3	13,2±0,1
10^{-7}	***18,5 ±1,6***	***9,0±0,6***	***36,5±1,5***	***15,1±0,6***	***29,5±2,0***	***13,0±0,7***

[a] *- значення достовірно відрізняються від контролю з p=0,05.*

- всі досліджувані хімічні речовини спроможні регулювати ріст проростка, але ступінь такої регуляції різний;
- комплекс СБ має вищий рівень впливу на ріст проростка пшениці озимої, ніж окремі його компоненти та суміш спірокарбону з бурштиновою кислотою;
- комплекс СБ має біостимулюючі властивості, а в його складових та їх суші вони відсутні;
- виникнення цих властивостей пов'язане з утворенням комплексної хімічної речовини і набуття нею нових характеристик порівняно з її складовими.

Протекторні властивості. У попередніх власних дослідженнях [1] відпрацьовано модель короткочасного впливу низької плюсової температури на процес росту проростка пшениці і доведено ефективність її використання щодо пшениці озимої. Виходячи з цих досліджень, провели моніторинг температуро-протекторних властивостей комплексу СБ на фітотесті 1. Таблиця 3 містить його результати. Як свідчать дані цієї таблиці, концентрація 10^{-4} мол/л не змінює $L_{кор.}$ при короткочасному впливі вказаного температурного чинника, забезпечуючи аналогічний контролю 1(«тепловому контролю») ріст кореня.

Отже, протестований препарат має температуро-протекторні властивості: він підвищує адаптаційні можливості кореню пшениці озимої до короткочасної дії низької плюсової температури.

Проведене моніторингове дослідження комплексу спірокарбону з бурштиновою кислотою засобами 2-х фітотестів «пророщення насіння пшениці» довело, що вказаний препарат:

- не здійснює суттєвої токсичної дії на рослинні системи;

• має рістрегулюючі і біостимулюючі властивості, що є видоспецифічними; останні виникають в результаті утворення комплексної хімічної речовини з спірокарбону та бурштинової кислоти;

• спроможний захистити рослину від короткочасної дії низької плюсової температури, тобто йому притаманні певні температуро-протекторні властивості.

Таблиця 3.

Визначення температуропротекторних властивостей комплексу спірокарбону з бурштиновою кислотою в модельній системі «пророщеного насіння пшениці озимої»

Варіант	ЕП	$L_{ст.}$	$L_{кор.}$	$L_{ст.}/L_{кор.}$
Контроль 1(t= +26ºC)	***78±6,3***	***12,1 ± 0,1***	***25,9 ± 1,3***	***0,4 ± 0,02***
Контроль 2 (t= +4ºC)	87,5±7,1[a]	13,3 ± 0,1[a]	23,4 ± 1,2[a]	0,3 ± 0,01[a]
10^{-4} моль/л (t= +4ºC)	84,5±5,4[a]	8,1 ± 0,1[a]	**26,4 ± 1,3**	0,3 ± 0,01[a]
10^{-5} моль/л (t= +4ºC)	84±6,7[a]	7,0 ± 0,1[a]	22,4 ± 1,2[a]	0,3 ± 0,01[a]

[a] *– значення достовірно відрізняються від контролю 1 з p=0,05.*

Фітотест «культура ряски малої *Lemna minor L.»*

Культуру *L. minor* (фітотест 3) використали в дослідженні з метою доведення того, що комплекс СБ не є полютантом. Для цього були відстеженні зміни декількох її кількісних показників в умовах підтримання культури на рістінгібуючій (10^{-5} моль/л) і рістстимулюючій (10^{-4} моль/л) концентраціях комплексу стосовно пшениці озимої (фітотест1). Вказані параметри складали дві групи: показники гальмування росту та інші показники токсичного впливу.

Ростові показники. У таблиці 4. наведені результати моніторингу кількості листеців ряски малої разом з їх статистичною обробкою на третій, шостий, дев'ятий та п'ятнадцятий дні культивування. Згідно цієї таблиці концентрація 10^{-4} моль/л (рістстимулююча для фітотестів 1 та 2) сприяла достовірному збільшенню кількості листеців відносно контролю впродовж всього періоду експозиції. Концентрація 10^{-5} моль/л (рістінгібуююча для фітотестів 1 та 2) викликала достовірне збільшення кількості листеців лише на третій день культивування, в інші дні цей показник не відрізнявся від контрольного.

Отже, встановлено, що концентрація 10^{-4} моль/л відносно *L. minor* є ріст стимулюючою як і фітотесті 1. Водночас концентрація 10^{-5} моль/л не є рістінгібуючою відносно контролю в фітотесті 3 - ряска. Таким чином, комплекс СБ може стимулювати ріст *L. minor*, водночас в нього відсутній інгібуючий ефект на ріст численності листеців.

У таблиці 5. наведені данні щодо середньої довжини кореню в *L. minor* на 15 добу культивування. Цей показник відобразив вплив СБ на ріст кореня ряски малої за умови дії таких самих концентрацій на її культуру. Одержані

дані свідчать що, концентрація 10^{-4} моль/л СБ інгибує процес росту кореня *L. minor*. Тому далі був визначений $E_г$. Його обчислення засвідчило відсутність фітотоксичної дії (16% проти норми 20%) в препарату СБ. Отже, стимулююча ріст кореню пшениці озимої концентрація СБ сприяє гальмуванню його росту в *L. minor,* але не здійснює фітотоксичного ефекту.

Таблиця 4.

Моніторинг кількості листецiв у модельній системі «культура L. minor» за впливу комплексу спірокарбон з бурштиновою кислотою

Концентрація комплексу (моль/л)	Доба культивування				
	0	III	VI	IX	XV
Контроль	***50***	***59±3***	***64±2***	***78±4***	***124±28***
10^{-4}	50	**68±6** [a]	**74±7** [a]	**89±9** [a]	**137±28** [a]
10^{-5}	50	**64±4** [a]	68±5	78±7	119±13

[a] - *значення достовірно відрізняються від контрольних з p=0,05*

Таблиця 5.

Динаміка біометричних показників «культура L. minor» в моніторингу біологічних властивостей спірокарбону з янтарною кислотою

Концентрація комплексу (моль/л)	Контроль	10^{-4}	10^{-5}
L кор.(мм)	***8,3±0,6***	**6,9±0,5** [a]	8,1±0,4

[a] - *значення достовірно відрізняються від контрольних з p=0,05*

Таким чином, проведені виміри ступеню впливу комплексу СБ на культуру ряски малої засвідчили відсутність суттєвого токсичного ефекту на її ростові процеси.

Інші показники токсичного впливу. Наступним показником токсичного впливу препарату СБ на культуру *L. minor* була кількість мертвих клітин в листецях на 15 добу культивування. Отримані результати засвідчили, що в контрольних чашках Петрі частка листецiв, що містять мертві клітини складала 21%, при концентрації СБ 10^{-4} моль/л - 18,6%, при 10^{-5} моль/л – 14,3%. Отже, кількість мертвих клітин у ряски малої в умовах її культивування на розчинах СБ не збільшується порівняно з контролем, а навіть зменшується. Проте встановлене явище потребує подальшого вивчення.

Останнім показником виміру токсичного впливу препарату була концентрація хлорофілу. Отримані результати свідчать, що даний показник не має суттєвих відмінностей в контролі і в експерименті : в контрольному варіанті С = 0,28 мг/л, для концентрацій СБ 10^{-4} моль/л та 10^{-5} моль/л вміст хлорофілу дорівнював 0,27 мг/л та 0,26 мг/л, відповідно. Отже, значення концентрації хлорофілу в листецях практично не змінилися в експериментальних умовах. Одержані дані свідчать про відсутність впливу препарату на процес фотосинтезу. Незмінність кількості мертвих клітин і

концентрації хлорофілу можна розглядати як ознаку відсутності в комплексу цитотоксичної дії на рослини. Таким чином, дослідження із застосуванням модельної системи «культура *L. minor*» стосовно комплексу спірокарбон з бурштиновою кислотою засвідчило, що він:

- не є полютантом;
- не має фітотоксичної дії;
- може стимулювати ростові процеси;
- не має цитотоксичного ефекту.

ВИСНОВКИ

Проведене моніторингове дослідження комплексу спірокарбон з бурштиновою кислотою засобами батареї фітотестів дозволило виокремити такі його біологічні властивості і з'ясувати причини виникнення деяких з них:

- препарат не є полютантом;
- він здійснює незначну ушкоджуючу дію на організм;
- в нього відсутній фітотоксичний ефект і цитотоксична дія;
- комплекс СБ має видоспецифічні рістрегулюючі властивості;
- йому притаманні біостимулюючі властивості, що є також видоспецифічними; їх виникнення пов'язане з утворенням комплексної хімічної речовини з спірокарбону і бурштинової кислоти;
- препарат спроможний захистити рослину від короткочасної дії низької плюсової температури, тобто йому притаманні певні температуро-протекторні властивості.

Одержані результати дослідження дають можливість припустити, що синтетичну хімічну речовину «комплекс спірокарбон з бурштиновою кислотою» можна розглядати як антропогенний чинник, якому притаманний певний ступінь екологічної безпеки. Прикінцевий висновок про рівень такої безпеки препарату можна зробити після визначення особливостей його мутагенного і стресового впливу на модельну систему, що і становить мету наших подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баканча М.В., Воронова К.А. Протекторні властивості синтетичного стимулятора росту з класу біциклічних біссечовин – похідних спірокарбону // Екологічна безпека держави: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених та студентів – К.: НАУ, 2013. – С. 126-127.
2. Єзіков В.І., Речицький О.Н., Пилипчук Л.Л., Кот С.Ю. Вплив гетероциклічних сполук на ріст проростків озимої пшениці (TRITICUM AESTIVUM L.) // Таврійський науковий вісник. – 2010. – Вип. 71. – Част. 3. – С. 12-16.
3. Ересько В.А., Голик Г.А., Евтушенко В.П. Регулятор роста растений / Автор. свидет. 1628255, опуб.15.10.1990.
4. МР 2.1.7.2297-07. Обоснование класса опасности отходов производства и потребления по фитотоксичности. – [Электронный ресурс]. - Режим доступа : http://www.gosthelp.ru/text/MR217229707Obosnovaniekla.html.

5. МУ 1.2.2968-11. 1.2. Гигиена, токсикология, санитария. Порядок биологической оценки действия наноматериалов на растения по морфологическим признакам. Методические указания" (утв. Роспотребнадзором 17.10.2011). - М., Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011.
6. Речицький О. Н., Пилипчук Л. Л. Дослідження на рослинних об'єктах рістрегулюючої активності спірокарбону та його похідних // Чорноморський ботанічний журнал, 2010. – Т. 6. – № 1. – С. 89-94.
7. Речицький О. Н., Пилипчук Л. Л., Єзіков В. І., Косяк Т. А. Дослідження ріст регулюючої активності спірокарбону та його похідних на рослинних об'єктах . – Зб. наук. праць. Теорія і практика сучасного природознавства. – Херсон: ПП Вишемірський В.С., 2009. – 66-70 с.
8. Рясковые - как биоиндикаторы – [Электронный ресурс]. - Режим доступа : http://duckweed.kubagro.ru/index.htm
9. Сидорович М.М., Кундельчук О.П., Воронова Е.А.Определение уровня экологической бозопасности комплекса спирокарбон с янтарной кислотой при помощи фитотестов // Сборник научных трудов SWord. – Выпуск 3. Том 43. – Иваново: Маркова А.Д., 2013. – С. 46-54.

Сидорович М.М., Кундельчук О.П., Кот С.Ю.

ФІТОТЕСТУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НОВОГО СИНТЕТИЧНОГО СТИМУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН – КОМПЛЕКСУ СПІРОКАРБОН З БУРШТИНОВОЮ КИСЛОТОЮ

Ключові слова: *фітотест, стимулятор росту рослин, екологічна безпечність*

У статі висвітлені результати моніторингового дослідження щодо характеристики біологічних властивостей синтезованого в Херсонському державному університеті комплексу спірокарбон з бурштиновою кислотою (СБ) – нового регулятора росту рослин. Вона складена в процесі фітотестування препарату. Пророщене насіння пшениці озимої *Triticum durum Desf.* і пшениці ярової *Triticum aestivum L.,* культура ряски малої *Lemna minor L.* увійшли до складу батареї фітотестів. Різні концентрації комплексу СБ, його окремих компонентів та їх суміш були протестовані цією батареєю. Біометричні, цитологічні і біохімічні показники фітотестів визначили по завершенню експерименту.

Проведене моніторингове дослідження на батареї фітотестів показало, що комплекс спірокарбону з бурштиновою кислотою не є полютантом; здійснює незначну ушкоджуючу дію на організм; не має фітотоксичного і цитотоксичного ефектів; має видоспецифічні рістрегулюючі і біостимулюючі властивості; має певні температуропротекторні властивості. Виникнення біостимулюючих властивостей спричинено утворенням комплексної хімічної речовини з спірокарбону і бурштинової кислоти.

Сидорович М.М., Кундельчук О.П., Кот С.Ю.

ФИТОТЕСТИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО СТИМУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ - КОМПЛЕКСА СПИРОКАРБОН С ЯНТАРНОЙ КИСЛОТОЙ

Ключевые слова: *фитотест, стимулятор роста растений, экологическая безопасность*

В статье освещены результаты мониторингового исследования характеристики биологических свойств синтезированного в Херсонском государственном университете комплекса спирокарбон с янтарной кислотой - нового регулятора роста растений. Она составлена в процессе фитотестирования препарата. Пророщенные семена пшеницы озимой *Triticum durum Desf.* и пшеницы яровой *Triticum aestivum L.*, культура ряски малой *Lemna minor L.* вошли в состав батареи фитотестов. Различные концентрации комплекса, его отдельных компонентов и их смесь были протестированы этой батареей. Биометрические, цитологические и биохимические показатели фитотестов определили по завершению эксперимента.

Проведенное мониторинговое исследование на батарее фитотестов показало, что комплекс спирокарбону с янтарной кислотой не является полютантом; осуществляет незначительное повреждающее действие на организм; не имеет фитотоксичних и цитотоксического эффектов имеет видоспецифические рострегулирующие и биостимулирующие свойства; имеет определенные температуропротекторние свойства. Возникновение биостимулирующих свойств вызвано образованием комплексу химического вещества спирокарбону и янтарной кислоты.