

## Исследования на растительных объектах рострегулирующей активности некоторых координационных соединений спирокарбона

ЕВГЕНИЙ ЕВГЕНЬЕВИЧ НЕТРЕБА  
АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ФЕДОРЕНКО  
АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ МАКСИМЕНКО

НЕТРЕБА Є.Є., ФЕДОРЕНКО О.М., МАКСИМЕНКО А.В. (2013). Дослідження на рослинних об'єктах рістрегулюючої активності деяких координаційних сполук спірокарбону. *Чорноморськ. бот. ж.*, 9 (2): 203-213.

Досліджено рістрегулюючу дію координаційних сполук спірокарбону на насіння томатів (*Solanum lycopersicum* L.) сорту «Новачок», озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.) сорту «Землячка Одеська», соняшника (*Helianthus annuus* L.) сорту «Ласун» і озимого ячменю (*Hordeum* L.) сорту «Гідний». Виявлено, що фітогормональний вплив більш проявляється на однодольних рослинах, ніж на дводольних. Стимулюючий вплив практично на всі біометричні показники виявлено для озимої пшениці.

*Ключові слова:* рістрегулююча активність, спірокарбон, координаційні сполуки, біометричні параметри, фітогормональна активність

NETREBA E., FEDORENKO A., MAKSYMENKO A. (2013). **Research of growth-regulating activity of some coordination compounds of spirokarbon on plants.** *Chornomors'k bot. z.*, 9 (2): 203-213.

Investigation of the growth-regulating effect of coordination compounds of spirokarbon was performed on seeds of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) varieties "Newbie", winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties "Zemlyachka Odessa", sunflower (*Helianthus annuus* L.) varieties "Gourmand" and winter barley (*Hordeum* L.) varieties "Decent". Phytohormonal impact on monocotyledons was more prominent than on dicotyledons. Stimulating effect on almost all biometric parameters of winter wheat was observed.

*Keywords:* growth controlling agents, spirokarbon, coordination compounds, biometrics, phytohormonal activity

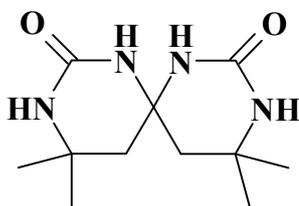
НЕТРЕБА Е.Е., ФЕДОРЕНКО А.М., МАКСИМЕНКО А.В. (2013). **Исследования на растительных объектах рострегулирующей активности некоторых координационных соединений спирокарбона.** *Черноморск. бот. ж.*, 9 (2): 203-213.

Исследовано рострегулирующее действие координационных соединений спирокарбона на семена томатов (*Solanum lycopersicum* L.) сорта «Новичок», озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта «Землячка Одесская», подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) сорта «Лакомка» и озимого ячменя (*Hordeum* L.) сорта «Достойный». Вывявлено, что большее фитогормональное воздействие оказывается на однодольные растения, чем двудольные. Стимулирующее воздействие практически на все биометрические параметры выявлено для озимой пшеницы.

*Ключевые слова:* рострегулирующая активность, спирокарбон, координационные соединения, биометрические параметры, фитогормональная активность

Регуляторы роста – физиологически активные вещества природного или синтетического происхождения, способные в минимальных количествах эффективно регулировать физиологические и морфогенетические программы роста и развития растительных организмов. Их используют для ускорения роста растений, увеличения и улучшения качества урожая, а также для защиты растений от болезней путем улучшения их иммунитета [KEFELI, 1974]. Использование предпосевной обработки – замачивание семян перед посадкой в растворах регуляторов роста, особенно в случаях, когда вещества влияют в низких концентрациях и имеют высокую себестоимость, очень важно для растениеводства [GAMBURG, 1979]. Кроме того, если вещества используют для замачивания семян, а не для опрыскивания или полива растений, то они не аккумулируются в самом растении и его плодах.

Одно из таких производных, проявляющее рострегулирующую активность, – 4,4,10,10-тетраметил –1,3,7,9–тетраазоспиро [5.5] ундекан–2,8–дион или спирокарбон (Sk):



Данное вещество – как предшественник мочевины – обладает рядом ценных биологических свойств: низкий уровень токсичности,  $LD_{50} = 3000$  мг/кг массы белых мышей, мембранотропность [STARYKOVYCH et al., 2009], способность проходить и накапливаться в цитоплазме лейкозных клеток линий L1210 и СЕМ–Т4 мыши и человека соответственно [STARYKOVYCH et al., 2009]. Также оно способствует повышению количества белка и снижению крахмалистости в зерне овса [MUSATOV et al., 2007]. В работе [GUREVICH et al., 1998] доказана эффективность применения спирокарбона как стимулятора каллюсообразования у Форзиции европейской и корнеобразования у Чубушника вечнозеленого. Также в работе [KOZUSNAR, 1998] показана эффективность применения спирокарбона как стимулятора роста и развития в овцеводстве. Исследование регулирующей активности спирокарбона и его кальциевого и магниевого комплекса проведено в работе [RECHYTSKYJ et al., 2010]. Авторы показывают, что двудольные растения (томаты) более чувствительные к обработке спирокарбона и его производными, чем однодольные (озимая пшеница).

Поэтому изучение рострегулирующей активности координационных соединений спирокарбона представляет несомненный интерес для сельского хозяйства в целом.

Цель исследований: изучить биорегулирующую активность координационных соединений спирокарбона:  $\{[Mn(Sk)_2(H_2O)_2]^{2+} \cdot 2(NO_3^-)}_n$  (I),  $[CoSk_2(H_2O)(NO_3)_2, CoSk_2(H_2O)_2(NO_3)_2]_n$  (II),  $\{[CuSk_2(H_2O)]^{2+} \cdot 2(NO_3^-)}_n$  (III),  $[ZnCl_2Sk]_n$  (IV),  $[La(NO_3)_3Sk(H_2O)_2]_2$  (V),  $([Y(NO_3)_2(Sk)(H_2O)_3])^+ \cdot 2NO_3^-$  (VI),  $[Yb(NO_3)_3(Sk)(H_2O)_2]_2$  (VII),  $([Pr(NO_3)_2Sk(H_2O)_3])^+ \cdot 2NO_3^-$  (VIII),  $\{[UO_2(NO_3)_2Sk] \cdot H_2O\}_n$  (IX) на различных семенах однодольных и двудольных растений.

### Материалы и методы исследований

Были синтезированы координационные соединения I – IX спирокарбона по методикам [NETREVA et al., 2011, 2012].

**Объекты исследований.** Были выбраны семена томатов (*Solanum lycopersicum* L.) сорта «Новичок», озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта «Землячка Одесская», подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) сорта «Лакомка» и озимого ячменя (*Hordeum* L.) сорта «Достойный».

Для выяснения фитогормональной активности на прорастание семян и роста проростков [DSTU 4138, 2003] семена стерилизовали в 30 % водном растворе  $H_2O_2$  30 мин [RUBINA et al, 1978]. Затем семена пятикратно промывали дистиллированной водой и замачивали в растворах исследуемых координационных соединений (I–IX) на протяжении 24 ч в концентрациях 0,1 и 0,01 %, приготовленных гравиметрическим растворением навески в расчетном объеме дистиллированной воды. В контрольном варианте семена после стерилизации замачивали в дистиллированной воде. Все семена после вымачивания переносили и культивировали на стерильных бумажных полотенцах, пропитанных питательным раствором Кнопа, в чашках Петри, на протяжении недели при 16-часовом фотопериоде и температуре 23–25°C. Рост и развитие проростков оценивали по таким биометрическим показателям: высота проростка, длина корня.

Достоверность средних величин и различия между исследованными и контрольными значениями оценивались по t-критерию Стьюдента [LAKIN, 1990]. Статистическая обработка проводилась с помощью программы *STATISTICA (data analysis software system), version 6, www.statsoft.com* и пакета MS OFFICE Excel 2010.

### Результаты и их обсуждение

По экспериментальным данным получены следующие значения биометрических параметров с доверительными интервалами при  $n = 30$  и с вероятностью 95 % ( $p = 0,05$ ), табл. 1–10.

Таблица 1  
Биометрические параметры при проращивании контрольных семян

Biometrics in control seeds germinated

Исследованный биометрический параметр	Томаты	Озимая пшеница	Озимый ячмень	Подсолнечник
Длина корня, см	4,4±0,04	9,4±0,12	12,8±0,05	9,3±0,21
Высота проростка, см	6,41±0,24	10,4±0,16	10,2±0,28	7,4±0,15

Таблица 2  
Биометрические параметры при проращивании после замачивания в 0,1 и 0,01 % растворе  $\{[Mn(Sk)_2(H_2O)_2]^{2+} \cdot 2(NO_3^-)\}_n$  (I)

Table 2  
Biometrics for germination after soaking in 0,1 and 0,01% sodium  $\{[Mn(Sk)_2(H_2O)_2]^{2+} \cdot 2(NO_3^-)\}_n$  (I)

Исследованный биометрический параметр	Томаты	Озимая пшеница	Озимый ячмень	Подсолнечник
0,1 % раствор				
Длина корня, см	0,16±0,003	10,9±0,17	10,2±0,07	5,5±0,09
Высота проростка, см	угнетение	13,9±0,68	17,7±0,07	10,7±0,13
0,01 % раствор				
Длина корня, см	0,44±0,02	10,6±0,17	12,3±0,03	7,5±0,11
Высота проростка, см	угнетение	14,6±0,17	17,6±0,07	9,7±0,10

Раствор комплекса нитрата марганца действует неоднозначно на исследуемые биометрические параметры. В концентрации 0,1% происходит полное угнетение развитие проростков томатов, у подсолнечника происходит угнетение главного корня и длины корня в целом. В концентрации 0,01% у подсолнечника происходит угнетение главного корня и его длины, а у томатов аналогично концентрации 0,1%. На озимую пшеницу и ячмень раствор комплекса действует как стимулятор на длину корня и высоту проростка, причем меньшая концентрация более активна.

Раствор комплекса нитрата кобальта действует неоднозначно. В концентрации 0,1% выражена фитогормональная активность для томатов – увеличение высоты

побега, и ячменя – высота побега, но на развитие корневой системы у подсолнечника эта концентрация действует угнетающе. В концентрации 0,01% выраженная фитогормональная активность на все биометрические параметры для озимой пшеницы и высоты побега для озимого ячменя и подсолнечника, угнетающее действие на все параметры томата.

**Таблица 3**  
**Биометрические параметры при проращивании после замачивания в 0,1 и 0,01 % растворе [CoSk<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CoSk<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sub>n</sub> (II)**

**Table 3**

**Biometrics for germination after soaking in 0,1 and 0,01% sodium [CoSk<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CoSk<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sub>n</sub> (II)**

Исследованный биометрический параметр	Томаты	Озимая пшеница	Озимый ячмень	Подсолнечник
0,1 % раствор				
Длина корня, см	1,3±0,05	9,1±0,16	5,3±0,12	1,1±0,06
Высота проростка, см	7,0±0,05	6,3±0,06	11,6±0,27	5,0±0,08
0,01 % раствор				
Длина корня, см	3,70±0,08	13,5±0,04	5,4±0,06	1,8±0,02
Высота проростка, см	6,1±0,03	12,8±0,04	17,9±0,1	7,9±0,09

**Таблица 4**  
**Биометрические параметры при проращивании после замачивания в 0,1 и 0,01 % растворе {[CuSk<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)]<sup>2+</sup>·2(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)<sub>n</sub> (III)}**

**Table 4**

**Biometrics for germination after soaking in 0,1 and 0,01% sodium {[CuSk<sub>2</sub>(H<sub>2</sub>O)]<sup>2+</sup>·2(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)<sub>n</sub> (III)}**

Исследованный биометрический параметр	Томаты	Озимая пшеница	Озимый ячмень	Подсолнечник
0,1 % раствор				
Длина корня, см	1,09±0,007	угнетение	угнетение	0,53±0,01
Высота проростка, см	1,21±0,011	угнетение	угнетение	1,71±0,01
0,01 % раствор				
Длина корня, см	1,5±0,05	1,5±0,05	угнетение	1,8±0,02
Высота проростка, см	3,4±0,06	4,6±0,02	угнетение	9,5±0,19

Раствор комплекса нитрата меди действует однозначно как угнетающее вещество в концентрации 0,1% на все биометрические параметры всех семян растений. В концентрации 0,01% выражено угнетение развития побегов озимого ячменя, так же угнетение развитие главного корня у подсолнечника, но стимуляция высоты побега.

**Таблица 5**  
**Биометрические параметры при проращивании после замачивания в 0,1 и 0,01 % растворе [ZnCl<sub>2</sub>Sk]<sub>n</sub> (IV)**

**Table 5**

**Biometrics for germination after soaking in 0,1 and 0,01% sodium [ZnCl<sub>2</sub>Sk]<sub>n</sub> (IV)**

Исследованный биометрический параметр	Томаты	Озимая пшеница	Озимый ячмень	Подсолнечник
0,1 % раствор				
Длина корня, см	2,3±0,02	18,3±0,02	5,5±0,14	4,4±0,04
Высота проростка, см	4,1±0,11	14,6±0,17	13,2±0,21	11,5±0,16
0,01 % раствор				
Длина корня, см	1,8±0,02	19,2±0,01	6,7±0,06	4,0±0,03
Высота проростка, см	6,2±0,04	14,7±0,15	15,4±0,17	9,3±0,09

Раствор комплекса хлорида цинка действует однозначно как фитогормон на семена озимой пшеницы во всех концентрациях, причем большее воздействие сказывается на корневой системе в виде увеличения числа боковых корешков и у озимого ячменя на высоту проростка. В концентрации 0,01% более выражена биоактивность.

Таблица 6

**Биометрические параметры при проращивании после замачивания в 0,1 и 0,01 % растворе  $[La(NO_3)_3Sk(H_2O)_2]_2(V)$**

Table 6

**Biometrics for germination after soaking in 0,1 and 0,01% sodium  $[La(NO_3)_3Sk(H_2O)_2]_2(V)$**

Исследованный биометрический параметр	Томаты	Озимая пшеница	Озимый ячмень	Подсолнечник
0,1 % раствор				
Длина корня, см	2,3±0,02	10,0±0,1	2,3±0,04	8,4±0,07
Высота проростка, см	5,8±0,04	13,9±0,14	2,3±0,08	4,8±0,17
0,01 % раствор				
Длина корня, см	2,2±0,02	11,5±0,12	9,1±0,07	10,1±0,16
Высота проростка, см	3,9±0,08	12,8±0,14	14,1±0,08	8,1±0,18

Раствор комплекса нитрата лантана действует однозначно, как фитогормон на семена озимой пшеницы, причем большее воздействие сказывается на корневой системе в виде увеличения числа боковых корешков в концентрации 0,01%. Угнетающее действие независимо от концентрации на побеги томата.

Таблица 7

**Биометрические параметры при проращивании после замачивания в 0,1 и 0,01 % растворе  $([Y(NO_3)_2(Sk)(H_2O)_3])^+ \cdot 2NO_3^- (VI)$**

Table 7

**Biometrics for germination after soaking in 0,1 and 0,01% sodium  $([Y(NO_3)_2(Sk)(H_2O)_3])^+ \cdot 2NO_3^- (VI)$**

Исследованный биометрический параметр	Томаты	Озимая пшеница	Озимый ячмень	Подсолнечник
0,1 % раствор				
Длина корня, см	1,0±0,003	8,3±0,07	10,5±0,09	4,1±0,03
Высота проростка, см	4,6±0,04	12,1±0,01	10,9±0,06	3,6±0,03
0,01 % раствор				
Длина корня, см	0,9±0,02	5,2±0,03	14,8±0,21	2,1±0,01
Высота проростка, см	4,5±0,01	12,6±0,03	16,2±0,04	7,4±0,01

Раствор комплекса нитрата иттрия действует неоднозначно. Как фитогормон оказывает воздействие на семена пшеницы и ячменя во взятых концентрациях, причем большее воздействие сказывается на высоте побегов и количестве боковых корешков. Угнетающее действие на томаты и подсолнечник.

Раствор комплекса нитрата иттербия действует неоднозначно. Как фитогормон оказывает воздействие на семена подсолнечника, в концентрации 0,1%, в виде увеличения длины корня, причем большее воздействие сказывается на количестве боковых корешков. Так же увеличение высоты проростка озимого ячменя. В концентрации 0,01% стимулируется высота проростка озимой пшеницы, озимого ячменя и подсолнечника.

Раствор комплекса нитрата празеодима действует неоднозначно. Как фитогормон оказывает воздействие на семена пшеницы в обеих концентрациях, причем большее воздействие выражено на высоту проростка. Угнетающее действие выражено на семенах томатов и подсолнечника в обеих концентрациях.

Таблица 8  
Биометрические параметры при проращивании после замачивания в 0,1 и 0,01 % растворе  $[\text{Yb}(\text{NO}_3)_3(\text{Sk})(\text{H}_2\text{O})_2]$  (VII)

Table 8  
Biometrics for germination after soaking in 0,1 and 0,01% sodium  $[\text{Yb}(\text{NO}_3)_3(\text{Sk})(\text{H}_2\text{O})_2]$  (VII)

Исследованный биометрический параметр	Томаты	Озимая пшеница	Озимый ячмень	Подсолнечник
0,1 % раствор				
Длина корня, см	1,5±0,01	7,2±0,13	7,3±0,03	10,4±0,07
Высота проростка, см	4,7±0,08	10,3±0,08	14,1±0,19	4,9±0,04
0,01 % раствор				
Длина корня, см	0,6±0,01	9,3±0,10	5,5±0,08	4,4±0,08
Высота проростка, см	3,7±0,07	13,9±0,03	10,5±0,20	10,2±0,17

Таблица 9  
Биометрические параметры при проращивании после замачивания в 0,1 и 0,01 % растворе  $([\text{Pr}(\text{NO}_3)_2\text{Sk}(\text{H}_2\text{O})_3]^{+})_2 \cdot 2\text{NO}_3^{-}$  (VIII)

Table 9  
Biometrics for germination after soaking in 0,1 and 0,01% sodium  $([\text{Pr}(\text{NO}_3)_2\text{Sk}(\text{H}_2\text{O})_3]^{+})_2 \cdot 2\text{NO}_3^{-}$  (VIII)

Исследованный биометрический параметр	Томаты	Озимая пшеница	Озимый ячмень	Подсолнечник
0,1 % раствор				
Длина корня, см	0,8±0,01	10,20±0,19	7,7±0,14	7,2±0,03
Высота проростка, см	3,9±0,07	11,3±0,14	11,4±0,08	6,5±0,14
0,01 % раствор				
Длина корня, см	1,8±0,03	10,80±0,21	5,1±0,02	8,4±0,09
Высота проростка, см	3,8±0,06	11,5±0,15	11,6±0,04	6,5±0,02

Таблица 10  
Биометрические параметры при проращивании после замачивания в 0,1 и 0,01 % растворе  $\{[\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2\text{Sk}] \cdot \text{H}_2\text{O}\}_n$  (IX)

Table 10  
Biometrics for germination after soaking in 0,1 and 0,01% sodium  $\{[\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2\text{Sk}] \cdot \text{H}_2\text{O}\}_n$  (IX)

Исследованный биометрический параметр	Томаты	Озимая пшеница	Озимый ячмень	Подсолнечник
0,1 % раствор				
Длина корня, см	1,3±0,01	12,0±0,02	4,7±0,02	6,1±0,06
Высота проростка, см	4,6±0,11	15,0±0,03	10,6±0,08	7,9±0,13
0,01 % раствор				
Длина корня, см	2,2±0,07	9,6±0,09	8,9±0,11	8,5±0,01
Высота проростка, см	2,4±0,02	10,4±0,12	14,2±0,17	8,2±0,01

Раствор комплекса нитрата уранила действует неоднозначно. В высокой концентрации фитогормональная активность сказывается на озимой пшенице по всем биометрическим параметрам и на высоту проростков для озимого ячменя и подсолнечника. На семена пшеницы в концентрации 0,1% воздействие сильнее, чем в концентрации 0,01%. В меньшей концентрации ростовая активность выражена больше для озимого ячменя. Для томата и подсолнечника 0,1 и 0,01% концентрации действуют угнетающе.

Отличия полученных результатов от контрольных по средним величинам в процентах приведены на рисунках 1–4:

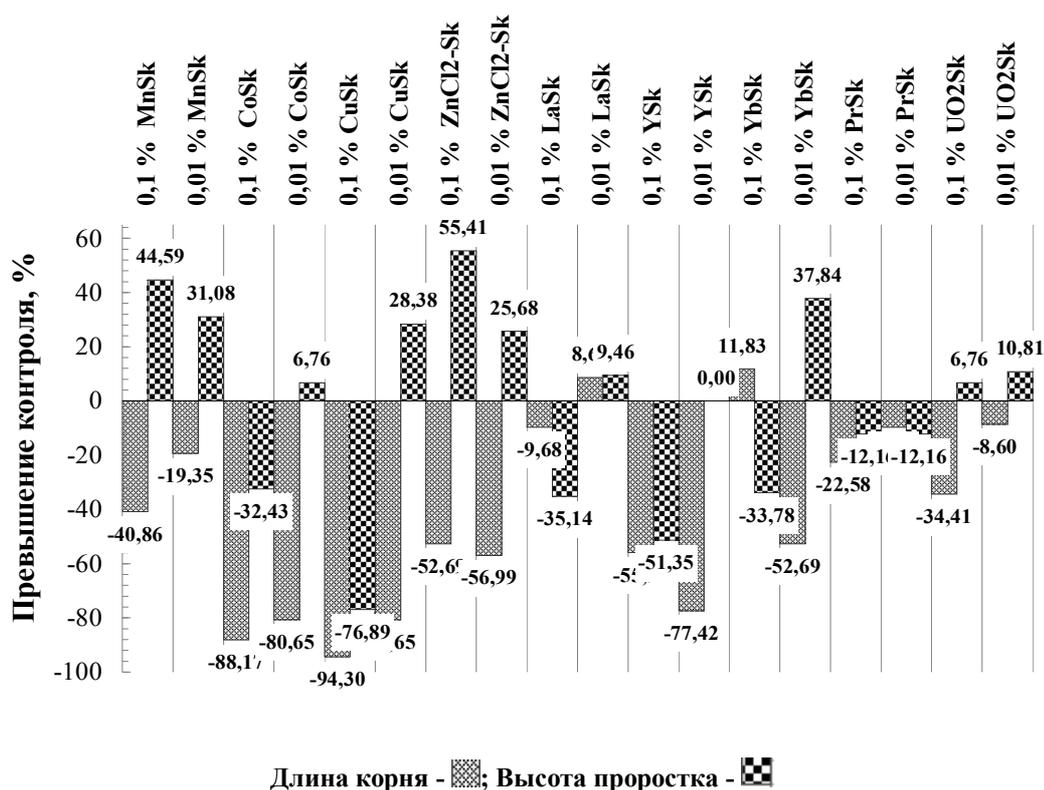


Рис. 1. Разница результатов от контрольных всех биометрических параметров для семян подсолнечника (*Helianthus annuus* L.), сорт «Лакомка».

Fig. 1. The difference of the results of control of all biometric parameters for sunflower (*Helianthus annuus* L.) varieties "Gourmand".

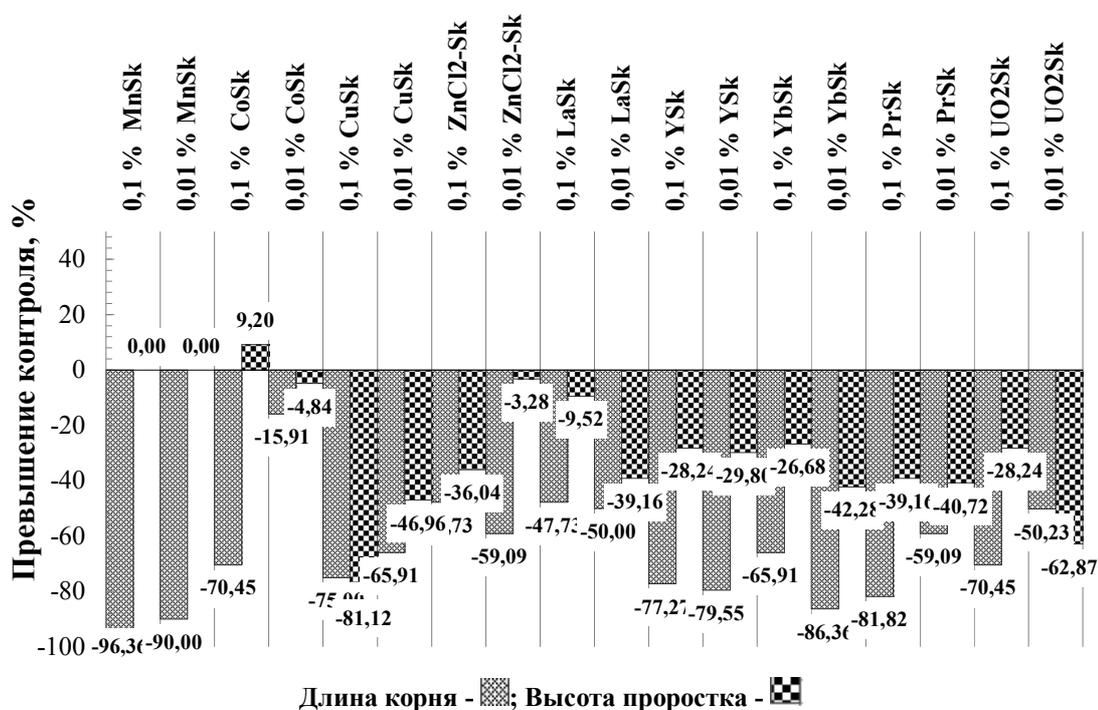


Рис. 2. Разница результатов от контрольных всех биометрических параметров для семян томатов (*Solanum lycopersicum* L.), сорт «Новичок».

Fig. 2. The difference of the results of control of all biometric parameters for tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) varieties "Newbie".

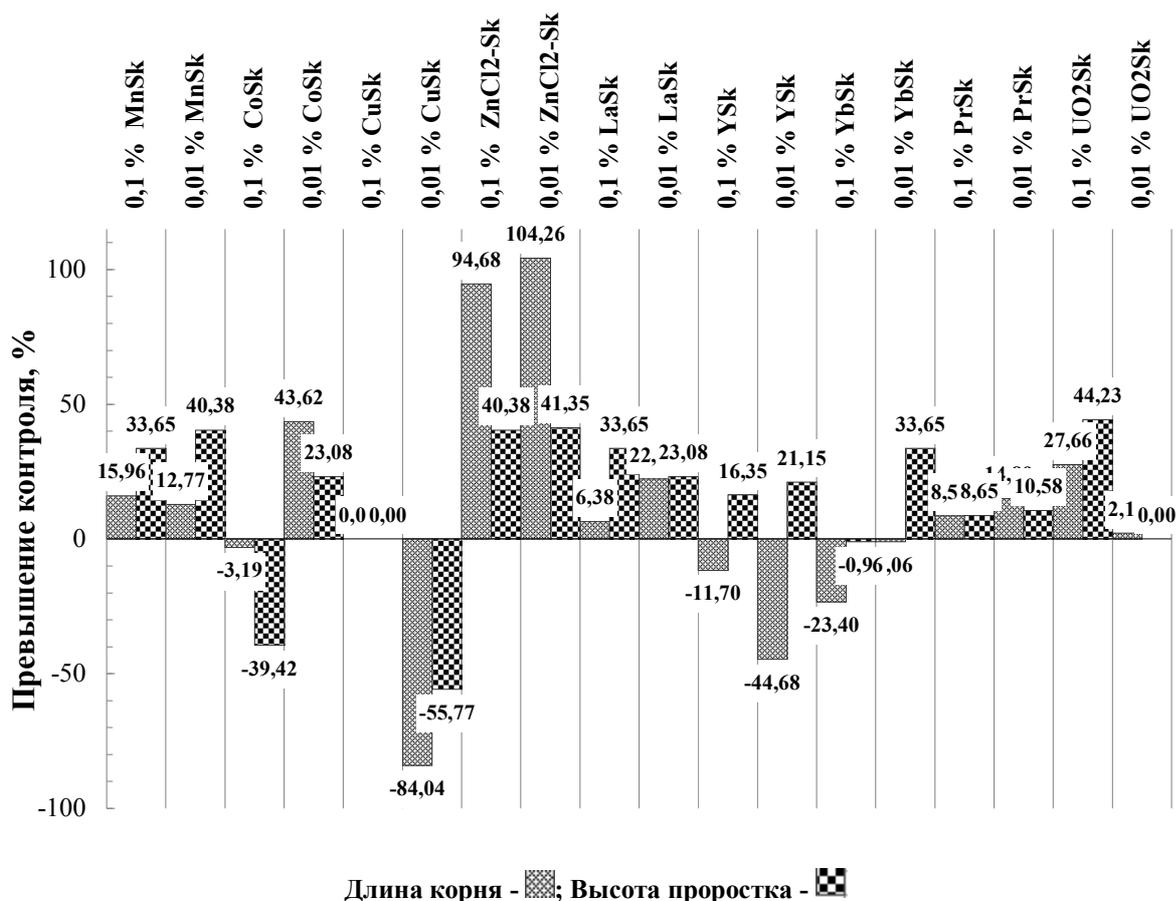


Рис. 3. Разница результатов от контрольных всех биометрических параметров для семян озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), сорт «Землячка Одесская».

Fig. 3. The difference of the results of control of all biometric parameters for winter wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties "Zemlyachka Odessa".

На основании полученных данных можно сказать, что координационные соединения спирокарбона влияют на исследуемые растения неоднозначно. Более ярко выражено стимулирующее действие на однодольные, чем двудольные растения. Так при большей концентрации веществ наблюдалось чаще ингибирование роста, чем стимуляция.

На семена и проростки томатов (*Solanum lycopersicum* L.) сорта «Новичок» угнетающее действие оказывают практически все координационные соединения спирокарбона, кроме стимуляции роста проростка больше на 9,20% от контроля для 0,1% раствора комплекса кобальта (II).

На семена и проростки озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) сорта «Землячка Одесская» практически все растворы координационных соединений оказывают стимулирующее воздействие. Особенно интересно оказывает воздействие комплекс уранила как ростостимулятор в концентрации 0,1% на длину корня 27,66% больше контроля, высоту проростка на 44,23 больше от контроля. Угнетающее действие на длину корня оказывают 0,1% раствор II; 0,01% раствор III; 0,1% раствор VI; 0,01% раствор VI; 0,1% раствор VII; 0,01% раствор VII меньше на -3,19; -84,04; -11,70; -44,68; -23,40; -1,06% от контроля. Угнетающее действие на высоту проростка оказывают 0,1% раствор II; 0,01% раствор III; 0,1% раствор VII меньше на -39,42; -55,77; -0,96% от контроля.

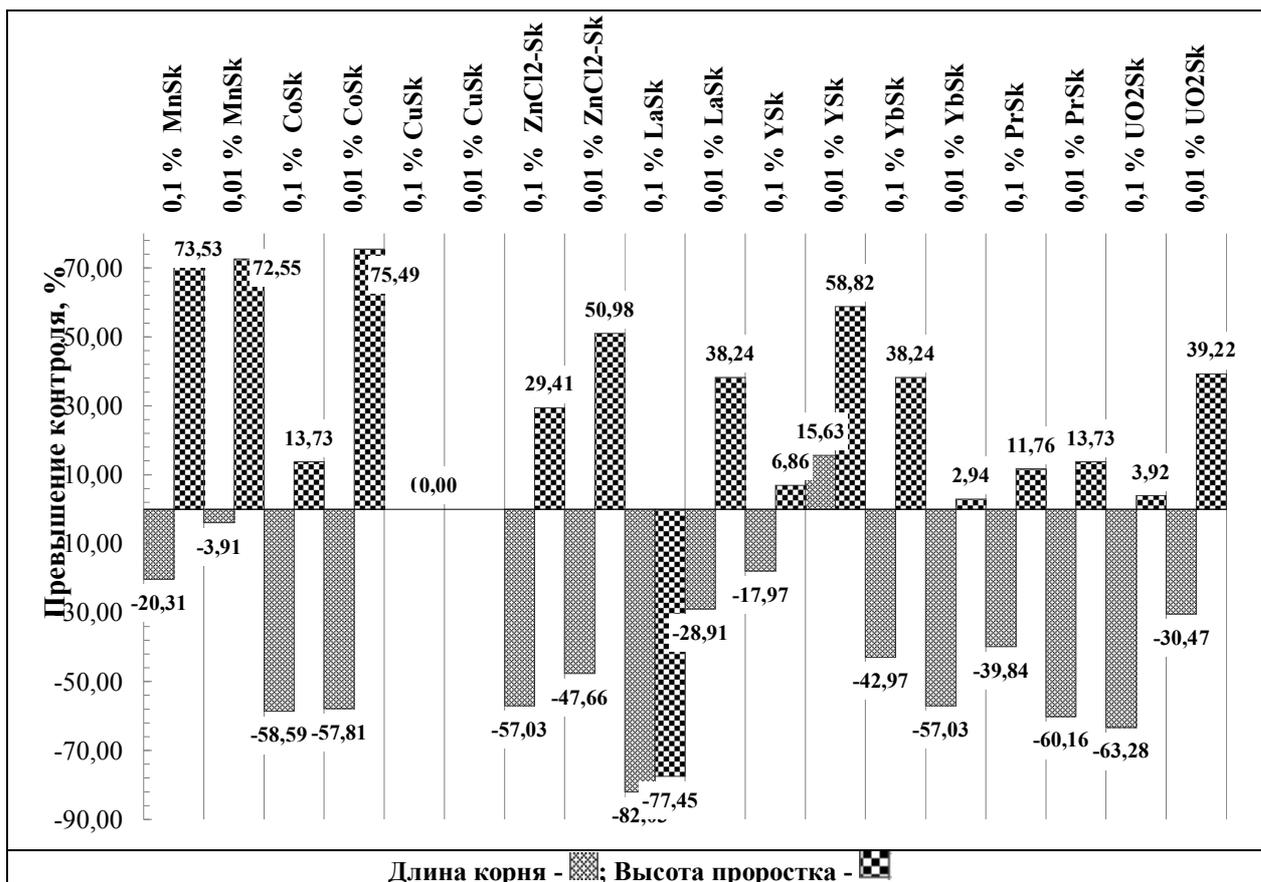


Рис. 4. Разница результатов от контрольных всех биометрических параметров для озимого ячменя (*Hordeum L.*), сорт «Достойный».

Fig. 4. The difference of the results of control of all biometric parameters for winter barley (*Hordeum L.*) varieties "Decent".

На семена и проростки подсолнечника (*Helianthus annuus L.*) сорта «Лакомка» координационные соединения оказывают неоднозначное фитогормональное действие. Длина корня практически для всех соединений меньше контроля, стимуляция выявлена для 0,01% раствора V; 0,1% раствора VII больше на 8,60; 11,83% от контроля. Высота проростков максимально стимулируется 0,1 % раствором I; 0,1% раствором IV и 0,01% раствором VII и превышает контроль на 44,59; 55,41; 37,84% соответственно. Максимальное ингибирование прорастания замечено для 0,1% раствора III; 0,1% раствора V и 0,1% раствора VI и меньше на -76,89; -35,14 и -51,35% от контроля.

На проростки озимого ячменя (*Hordeum L.*) сорта «Достойный» практически все координационные соединения оказывают стимулирующее воздействие на высоту проростков. Максимальное воздействие оказывают 0,1% и 0,01% растворы I; 0,01% раствор II и больше на 73,53; 72,55 и 75,49% от контроля. Длина корня меньше практически для всех соединений от контроля, кроме 0,01% YSk (раствор VI) + 15,63%.

### Выводы

Проведены исследования рострегулирующей активности координационных соединений спирокарбона на семенах томатов (*Solanum lycopersicum L.*) сорта «Новичок», озимой пшеницы (*Triticum aestivum L.*) сорта «Землячка Одесская», подсолнечника (*Helianthus annuus L.*) сорта «Лакомка» и озимого ячменя (*Hordeum L.*) сорта «Достойный». Действие исследуемых веществ неоднозначно.

Выявлено, что более ярко выражено стимулирующее действие на однодольные, чем двудольные растения. При большей концентрации исследуемых веществ наблюдалось чаще ингибирование роста проростков, чем стимуляция.

Максимальное воздействие на высоту проростков (+55,41% от контроля) у семян подсолнечника (*Helianthus annuus L.*), сорта «Лакомка» оказывает 0,1% раствор комплекса Zn, а на длину корня (+11,83% от контроля) оказывает 0,1% раствор комплекса Yb.

Максимальное воздействие на высоту проростков (+75,49% и +73,53% от контроля) у семян озимого ячменя (*Hordeum L.*) сорта «Достойный» оказывают 0,01% раствор комплекса Co и 0,1% раствор комплекса Zn, а на корень 0,01% раствор комплекса Y (+15,63 %).

Растворы всех координационных соединений действуют угнетающе на семена томатов (*Solanum lycopersicum L.*) сорта «Новичок», кроме увеличения высоты проростка + 9,20 % от контроля при действии 0,1% раствора комплекса Co.

Максимальное воздействие на высоту проростков (+44,23% и +41,35% от контроля) у семян озимой пшеницы (*Triticum aestivum L.*) сорта «Землячка Одесская» оказывает 0,1% раствор комплекса U и 0,01% раствор комплекса Zn, а на длину корня (+104,26% от контроля) оказывает 0,01% раствор комплекса Zn.

#### References

- DSTU 4138–2002. Nasinnya silskogospodarskykh kultur. Metody vyznachennya yakosti: chynnyj z 2004–01–01. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 170 p. [ДСТУ 4138–2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості: чинний з 2004–01–01. К.: Держспоживстандарт України. 170 с.]
- GAMBURG K.Z., KULAIEVA O.N., MUROMTSEV G.S. (1979). Regulyatory rosta rastenyj; pod red. G.S. Muromtseva. M.: Kolos. 246 p. [ГАМБУРГ К.З., КУЛАЕВА О.Н., МУРОМЦЕВ Г.С. (1979). Регуляторы роста растений; под ред. Г.С. Муромцева. М.: Колос. 246 с.]
- GUREVICH A.S., TITOV V.A., BABAIEVA E.V. (1998). Primenenie stimulyatorov korneobrazovaniya dlya okoreneniya cherenkov dekorativnykh drevesnykh i kustarnikovykh porod. «Introduksiya, akklimatizatsiya i kultivatsiya rastenyj»: Sb. nauch. tr. Kaliningrad: Kaliningr. un-ta: 30-50. [ГУРЕВИЧ А.С., ТИТОВ В.А., БАБАЕВА Э.В. (1998). Применение стимуляторов корнеобразования для окоренения черенков декоративных древесных и кустарниковых пород. «Интродукция, акклиматизация и культивация растений»: Сб. науч. тр. Калининград: Калинингр. ун-та: 30-50]
- KEFELI V.I. (1974). Prirodnyie inhibitory rosta i fitogormony. M.: Nauka. 253 p. [КЕФЕЛИ В.И. (1974). Природные ингибиторы роста и фитогормоны. М.: Наука. 253 с.]
- KOZICHAR M.V. (1998). Priemy povysheniya sherstyanoy produktivnosti ovets askaniyskoy tonkorunnoy porody: avtoref. dis. kand. s.–h. nauk: spets. 06.02.04 „Tehnologiya virobnitstva produktiv tvarinnitstva“. Kherson. 16 p. [КОЗИЧАР М.В. (1998). Приемы повышения шерстяной продуктивности овец асканийской тонкорунной породы: автореф. дис. канд. с.–х. наук: спец. 06.02.04 „Технологія виробництва продуктів тваринництва“. Херсон. 16 с.]
- LAKIN G.F. (1990). Biometriya. Moskow: Vysshaya shkola. 352 p. [ЛАКИН Г.Ф. (1990). Биометрия. Москва: Высшая школа. 352 с.]
- MUSATOV A.G., SEMYASHKINA A.A., DASHEVSKIY R.F. (2007). *Hranenie i pererabotka zerna*, 7: 38-41. [МУСАТОВ А.Г., СЕМЯШКИНА А.А., ДАШЕВСКИЙ Р.Ф. (2007). Факторы оптимизации формирования продуктивности растений и качества зерна ярового ячменя и овса. *Хранение и переработка зерна*, 7: 38-41]
- NETREBA E.E., FEDORENKO A.M. (2012). *Uchenye zapiski Tavricheskogo nats. un-ta im. V.I. Vernadskogo. Seriya «Biologiya, himiya»*, 25 (64): 252-258. [НЕТРЕБА Е.Е., ФЕДОРЕНКО А.М. (2012). Синтез и исследование молекулярно–кристаллической структуры координационного полимера хлорида цинка с 4,4,10,10-тетраметил-1,3,7,9-тетраазоспиро[5.5]ундекан-2,8-дионом (спирокарбоном – Sk). *Ученые записки Таврического нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия»*, 25 (64): 252-258]
- NETREBA E.E., FEDORENKO A.M., PAVLOV A.A. (2011). *Nauch. visnyk Uzhgorod. un-tu (Ser. Himiya)*, 1 (25): 107-115. [НЕТРЕБА Е.Е., ФЕДОРЕНКО А.М., ПАВЛОВ А.А. (2011). Синтез и исследование молекулярно-кристаллической структуры 4,4,10,10-тетраметил-1,3,7,9-тетраазоспиро[5.5]ундекан-2,8-диона (спирокарбона – Sk). *Науч. вісник Ужгород. ун-ту (Сер. Хімія)*, 1 (25): 107-115]

- NETREBA E.E., FEDORENKO A.M., POVSTYANOV V.M. (2011). Analiz i razvitiye metodov sinteza koordinatsionnykh soedineniy spirokarbona i biometallov. Tez. dokl. mezhdunar. konf. «Prikladnaya fiziko-neorganicheskaya himiya». Sevastopol. 44 p. [НЕТРЕБА Е.Е., ФЕДОРЕНКО А.М., ПОВСТЯНОЙ В.М. (2011). Анализ и развитие методов синтеза координационных соединений спирокарбона и биометаллов. Тез. докл. междунар. конф. «Прикладная физико-неорганическая химия». Севастополь. 44 с.]
- NETREBA E.E., FEDORENKO A.M., POVSTYANOV V.M. (2011). Razvitie sinteza koordinatsionnykh soedineniy spirokarbona metodom rastvorimosti malorastvorimogo liganda. Tez. dokl. XVIII Ukrainской konferentsii po neorganicheskoy himii s uchastiem zarubezhnykh uchenykh, v ramkakh Mezhdunarodnogo goda himii OON. N.: HNU imeni V.N. Karazina. 103 p. [НЕТРЕБА Е.Е., ФЕДОРЕНКО А.М., ПОВСТЯНОЙ В.М. (2011). Развитие синтеза координационных соединений спирокарбона методом растворимости малорастворимого лиганда. Тез. докл. XVIII Украинской конференции по неорганической химии с участием зарубежных ученых, в рамках Международного года химии ООН. Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна. 103 с.]
- NETREBA E.E., FEDORENKO A.M., POVSTYANOV V.M. (2011). Sintez i issledovanie koordinatsionnykh soedineniy lantana (III) s spirokarbonom. E.E. Netreba.; tez. dok. IV n.-pr. konf. stud-ov i molodykh uchenykh himikov-organikov [«Sintez i puti ispolzovaniya novykh himicheskikh veshchestv»]. Herson. 22 p. [НЕТРЕБА Е.Е., ФЕДОРЕНКО А.М., ПОВСТЯНОЙ В.М. (2011). Синтез и исследование координационных соединений лантана (III) с спирокарбоном. Е.Е. Нетреба.; тез. док. IV н.-пр. конф. студ-ов и молодых ученых химиков-органиков [«Синтез и пути использования новых химических веществ»]. Херсон. 22 с.]
- RECHUTSKYJ O.N., RYLYRCHUK L.L., KOSYAK T.A., YEZIKOV V.I. (2010). *Chornomors'k. botan. z.*, **6** (1): 89-94. [РЕЧИЦКИЙ О.Н., ПИЛИПЧУК Л.Л., КОСЯК Т.А., ЄЗІКОВ В.І. (2010). Дослідження на рослинних об'єктах рістрегулюючої активності спірокарбону та його похідних. *Чорноморськ. ботан. журн.*, **6** (1): 89-94]
- RUBINA B.A. (1978). Bolshoy praktikum po fiziologii rasteniy: uchebn. posobie dlya studentov biol. spets. vuzov / [B.A. Rubina, I.A. Chernavina, N.G. Potapov i dr.]. M.: Vyssh. Shkola. 408 p. [РУБИНА Б.А. (1978). Большой практикум по физиологии растений: учебн. пособие для студентов биол. спец. вузов / [Б.А. Рубина, И.А. Чернавина, Н.Г. Потапов и др.]. М.: Высш. Школа. 408 с.]
- STARIKOVICH L.S., DUDOK E.P., SIBIRNAYA N.A. (2009). *Medichna himiya*, **11** (1): 57-62. [СТАРИКОВИЧ Л.С., ДУДОК Е.П., СИБИРНАЯ Н.А. (2009). Исследование влияния спирокарбона на физико-химические и биохимические характеристики эритроцитов крыс в норме и при алкогольной интоксикации. *Медицина хімія*, **11** (1): 57-62]
- STARUKOVYCH L.S., STARUKOVYCH M.A., RECHUTSKYJ A.N. (2009). *Biologichni studiyi*, **3** (2): 93-98. [СТАРИКОВИЧ Л.С., СТАРИКОВИЧ М.А., РЕЧИЦКИЙ А.Н. (2009). Дослідження впливу спірокарбону та похідних піролопиримидиндіонів на лейкозні клітини. *Біологічні студії*, **3** (2): 93-98]

Рекомендує до друку  
Р.П. Мельник

Отримано 19.03.2013 р.

Адреса авторів:

Е.Е. Нетреба

А.М. Федоренко

А.В. Максименко

Таврический национальный университет

имени В.И. Вернадского

пр. Акад. Вернадского, 4

Симферополь, АР Крым

Украина

95007

e-mail: [evgtnu@gmail.com](mailto:evgtnu@gmail.com)

Authors' address:

E. Netreba

A. Fedorenko

A. Maksymenko

Taurida National V.I. Vernadsky University

4, Academician Vernadsky Ave.

Simferopol

Crimean Autonomous Republic

Ukraine

95007

e-mail: [evgtnu@gmail.com](mailto:evgtnu@gmail.com)