

УДК 581.14:661.162.66(635.656)

ДЕЙСТВИЕ ПРЕПАРАТА ЦИРКОН НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ОСМОТИЧЕСКОГО СТРЕССА

Собчук Н. А., Чмелева С. И.

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: sob4uk.n@gmail.com*

В статье представлены результаты исследований по влиянию регулятора роста Циркон на рост и развитие растений кукурузы на ранних этапах онтогенеза. Впервые получены данные о воздействии данного препарата на морфометрические показатели гибрида кукурузы ТАР 349 МВ в условиях осмотического стресса. Результаты работы имеют теоретическую и практическую ценность, так как углубляют знания о действии синтетического регулятора роста нового поколения на сельскохозяйственные растения в условиях осмотического стресса, что позволяет рекомендовать к применению его в практике выращивания растений кукурузы на засоленных почвах.

Ключевые слова: кукуруза, Циркон, морфометрические показатели, осмотический стресс, солеустойчивость.

ВВЕДЕНИЕ

Главные задачи растениеводства России – получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур отличного качества, а также поддержание и повышение почвенного плодородия [1]. На территории России в зонах степей, полупустынь и пустынь с целью дополнительного водообеспечения применяют орошение. От 13 до 80 % орошаемых полей, по оценкам ученых, в той или иной степени подвержены засолению, с чем связано понижение их продуктивности [2–3]. Причины засоленности почв различны: испарение минерализованных грунтовых вод, неправильный режим орошения, полив сельскохозяйственных культур слишком соленой водой, состав сельскохозяйственных культур и другие факторы [3–4].

Для повышения солеустойчивости культурных растений в сельском хозяйстве используют регуляторы роста, воздействие которых направлено на увеличение урожая и повышение устойчивости растений к экстремальным условиям внешней среды, в частности и к солености почв [5–9]. Препарат Циркон является регулятором роста нового поколения. В своей основе Циркон содержит различные природные компоненты, которые в целом действуют на растение как комплексный стимулятор роста: повышается корнеобразование, ростовые процессы, продолжительность цветения и устойчивость к поражению болезнями, увеличивается урожайность и качество растений [10–14]. Влияние данного препарата на растения кукурузы в условиях осмотического стресса на сегодня

достаточно не изучено, поэтому **цель** работы заключалась в исследовании действия препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы на начальных этапах развития в условиях осмотического стресса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – семена и растения кукурузы *Zea mays* L., CV / ТАР 349 МВ. Отобранные по средним размерам и протравленные в слабом растворе перманганата калия семена закладывали в кюветы на фильтровальную бумагу по 50 шт. Для моделирования осмотического стресса в кюветы приливали по 300 мл раствора с различными вариантами концентрации солей NaCl (50 мМ; 100 мМ; 150 мМ; 200 мМ; контроль 1 – дистиллированная вода). Для исследования действия препарата Циркон на прорастание семян кукурузы при осмотическом стрессе использовали вышеперечисленные концентрации NaCl с добавлением 0,05 % регулятора роста (контроль 2 – 0,05 % Циркон). Семена проращивали в термостате типа ТС-80М-2 в темноте при температуре +25 °С. На 4 сутки проростки растений переносили в сосуды объемом 0,5 л на водную культуру (среда Кнопа). У 11-дневных растений устанавливалась величина морфометрических показателей (высота растений, длина корней, масса сырого вещества, площадь листовой поверхности) по общепринятым в физиологии растений методикам [15–16]. Статистическую обработку полученных данных осуществляли, рассчитывая среднюю арифметическую и стандартную ошибку средней арифметической. Для определения достоверных отличий распределений биометрических данных использовали t-критерий Стьюдента [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обобщенные данные исследований влияния препарата Циркон на **длину корней** и **высоту растений** кукурузы в условиях осмотического стресса на 11 сутки представлены в таблице 1. По показателю длины корневой системы можно судить о развитии растения, его способности в достаточной мере поглощать питательные вещества и воду из окружающей среды. В результате статистической обработки полученных данных установлено, что все варианты растений кукурузы, пророщенные в солевых растворах с добавлением 0,05 % Циркона, имеют достоверно повышенные значения длины корней по сравнению с растениями, пророщенными только в солевых растворах, на 7,8–68,7 %.

Признак высоты растений напрямую влияет на формирование и продуктивность растений. Статистическая обработка первичных данных влияния препарата Циркон на **высоту 11-дневных растений** кукурузы в условиях осмотического стресса подтвердила стимулирующее действие данного регулятора роста во всех вариантах исследования. Высота растений, пророщенных на солевых растворах с 0,05 % Цирконом, на 10,6–36,3 % достоверно превышает высоту растений, пророщенных на солевых растворах без добавления препарата (Табл. 1).

О процессе формирования проростка можно судить по соотношению длины корней к высоте растений, этот показатель показывает координацию роста органов

исследуемых растений. Статистическая обработка данных показателя *отношения длины корня к высоте растения* приведена в таблице 1. При анализе полученных результатов выявлено преобладание высоты растений над длиной корня в контрольных вариантах исследования и вариантах с концентрацией соли 50 мМ. При этом при концентрации соли 100–200 мМ, независимо от добавления препарата Циркон, изменяется соотношение, и длина корней кукурузы превышает высоту растения. Такое соотношение характерно для растений засушливых районов, где они используют запасы влаги из более глубоких слоев почвы и переносят засушливые периоды с меньшими потерями продуктивности.

Таблица 1

Влияние препарата Циркон на длину корней и высоту 11-дневных растений гибрида ТАР 349 МВ в условиях осмотического стресса

Вариант опыта	Длина корней L к., мм	Высота растений H ст., мм	Соотношение L к. / H ст.
<i>Контроль 1</i> H ₂ O dist	153,73±3,93	179,07±5,89	0,86
50 мМ NaCl	144,13±2,36	163,83±2,36	0,88
100 мМ NaCl	129,20±7,01	77,77±5,43	1,66
150 мМ NaCl	100,33±8,74	34,43±4,88	2,91
200 мМ NaCl	34,67±4,38	8,43±0,94	4,11
<i>Контроль 2</i> Циркон 0,05 %	165,73±3,62*	201,17±4,76**	0,82
50 мМ NaCl + Циркон 0,05 %	160,50±4,88**	181,13±3,56**	0,89
100 мМ NaCl + Циркон 0,05 %	155,00±4,81**	92,33±3,80*	1,68
150 мМ NaCl + Циркон 0,05 %	127,20±2,96**	46,93±2,03*	2,71
200 мМ NaCl + Циркон 0,05 %	58,47±2,29***	13,53±0,57***	4,32

Примечание. (M ± m; * – p≤0,05; ** – p≤0,01; *** – p≤0,001 по отношению к контролю).

На рисунке 1 представлены обработанные данные по влиянию препарата Циркон на *массу сырого вещества подземной части* 11-дневных растений кукурузы, пророщенных при осмотическом стрессе. Статистическая обработка полученных данных свидетельствует о том, что значения всех исследуемых вариантов растений, пророщенных в солевых растворах с добавлением Циркона в

концентрации 0,05 %, достоверно отличаются от вариантов растений, пророщенных при осмотическом стрессе без добавления препарата.

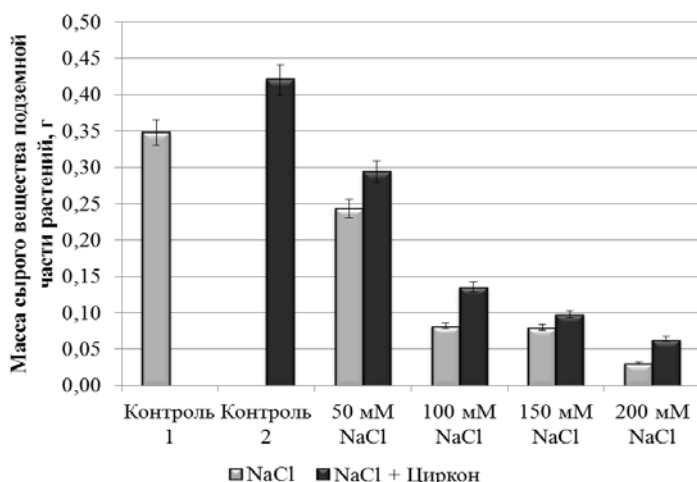


Рис. 1. Влияние препарата Циркон на массу сырого вещества подземной части 11-дневных растений кукурузы, пророщенных при осмотическом стрессе.

На рисунке 2 представлены данные статистической обработки показателя *массы сырого вещества наземной части растений* 11-дневной кукурузы, выращенных при осмотическом стрессе. При статистической обработке первичных данных установлено достоверное повышение показателя массы сырого вещества наземной части во всех вариантах солевых растворов с добавлением 0,05 % Циркон на 12–50,4 % по сравнению с соевыми растворами без препарата.

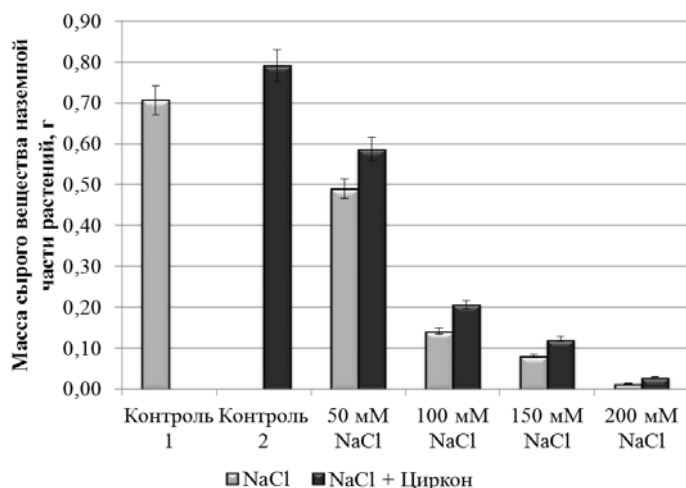


Рис. 2. Влияние препарата Циркон на массу сырого вещества наземной части 11-дневных растений кукурузы, пророщенных при осмотическом стрессе.

Результаты статистической обработки данных показателя *площади листовой поверхности* 11-дневных растений приведены на рисунке 3. Отмечено, что препарат Циркон достоверно стимулирует формирование листовой поверхности у растений кукурузы. Все варианты солевых растворов с добавлением Циркона в концентрации 0,05 % отличаются от соответствующих вариантов солевых растворов на 18,5–130 %.

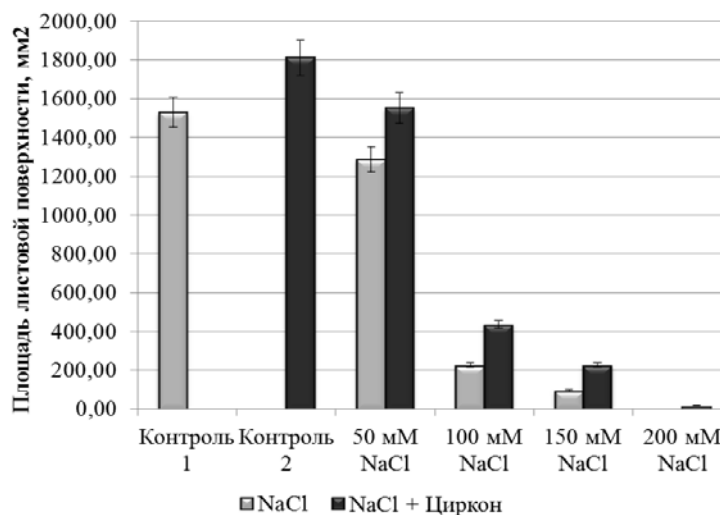


Рис. 3. Влияние препарата Циркон на площадь листовой поверхности 11-дневных растений кукурузы, пророщенных при осмотическом стрессе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований нами были сделаны следующие выводы:

1. Отмечено достоверное ($p \leq 0,05-0,001$) стимулирующее и антистрессовое действие препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы в условиях моделируемого осмотического стресса.
2. Показано стимулирующее влияние регулятора роста в данной концентрации на показатели роста растений 11-дневной кукурузы (высота растений – на 10,6–36,3 %; длина корней – на 7,8–68,7 %; масса сырого вещества наземной части – на 12–50,4 %; масса сырого вещества подземной части – на 21–106,5 %; площадь листовой поверхности – на 18,5–130 %) в условиях моделируемого осмотического стресса.
3. Предварительное замачивание семян в растворе изучаемого синтетического регулятора роста с концентрацией 0,05 % повышает солеустойчивость растений *Zea mays* L., CV / ТАР 349, что в свою очередь повысит качество растений и повлияет на их продуктивность.

Список литературы

1. Растениеводство: Краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство / Составитель В. Б. Нарушев. – Саратов, 2014. – 100 с.
2. Балиев А. Деградация почв угрожает сельскому хозяйству России [Электронный ресурс] / А. Балиев // Аграрное обозрение. – Сентябрь – октябрь 2009. – Режим доступа: <http://agroobzor.ru/zem/a-136.html>
3. Горшков С. П. Концептуальные основы геоэкологии: Учебное пособие / С. П. Горшков. – Смоленск: Изд-во Смоленского гуманитарного университета, 1998. – 288 с.
4. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию / Г. Фелленберг; под ред. К. Б. Заборонко. – М.: Мир, 1998. – 232 с.
5. Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белопухов [и др.] // Агрохимия. – 2005. – №11. – С. 76–86.
6. Чмелева С. И. Влияние препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы на начальных этапах онтогенеза / С. И. Чмелева, Е. Н. Кучер, Ю. О. Дашкевич [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2013. – Т. 26 (65), № 4. – С. 188–195.
7. Чмелева С. И. Влияние препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы на начальных этапах онтогенеза в условиях почвенной засухи / С. И. Чмелева, Е. Н. Кучер, Ю. О. Дашкевич [и др.] // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2014. – Т. 27 (66), № 1. – С. 223–231.
8. Шевелуха В. С. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / В. С. Шевелуха, В. М. Ковалев, Л. Г. Груздев // Вестник с.-х. науки. – 1985. – № 9. – С. 57–65.
9. Бугара А. М. Влияние препарата «Geoplus» на устойчивость к засолению и засухе растений кукурузы на ранних этапах онтогенеза / А. М. Бугара, С. Н. Кабузенко, А. В. Омельченко // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2006. – Т. 19 (58), № 1. – С. 3–7.
10. Собчук Н. А. Влияние предпосевной обработки препаратом Циркон на митотическую активность апикальной меристемы корней кукурузы / Н. А. Собчук, С. И. Чмелева // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология. Химия. – 2015. – Т. 1 (67), № 1. – С. 107–114.
11. Малеванная Н. Н. Взрывной темперамент Циркона на службе растений / Н. Н. Малеванная // Новый садовод и фермер. – 2001. – № 1. – С. 45–47.
12. Малеванная Н. Н. Препарат циркон – иммуномодулятор нового типа / Н. Н. Малеванная // Научно–практическая конференция «Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции». – М., 2004. – С. 17–20.
13. Малеванная Н. Н. Ростостимулирующая и иммуномодулирующая активности природного комплекса гидроксикоричных кислот (препарат Циркон) / Н. Н. Малеванная // IV Международная научная конференция «Регуляция роста, развития и продуктивности растений». – Минск, 2005. – С. 141.
14. Ткачук О. А. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья / О. А. Ткачук, Е. В. Павликова, А. Н. Орлов // Молодой ученый. – 2013. – № 4. – С. 677–679.
15. Гродзинский А. М. Краткий справочник по физиологии растений / А. М. Гродзинский, Д. М. Гродзинский. – Киев: Наукова думка, 1973. – 591 с.
16. Третьяков Н. Н. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухова, Л. А. Паничкин и др. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.
17. Протасов К. В. Статистический анализ экспериментальных данных / К. В. Протасов. – М.: Мир, 2005. – 232 с.

ACTION OF THE PREPARATION ZIRCON ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS OF CORN UNDER THE OSMOTIC STRESS

Sobchuk N. A., Chmeleva S. I.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation
E-mail: sob4uk.n@gmail.com*

In agriculture growth regulators are used to improve the salt tolerance of crop plants. Their influence is aimed at increasing crop and increase plant resistance to extreme environmental conditions, and in particular to soil salinity. The preparation Zircon is a growth regulator of new generation. It increases the root formation, growth processes, the duration of flowering and resistance to diseases, increases the crop yields and quality of plants. The effect of this preparation on the maize plants under osmotic stress today is not enough studied, so the aim of the work was to study the action of the preparation Zircon on the growth and development of corn plants in the early stages of development in the conditions of osmotic stress.

The object of research is the seeds and plants of corn *Zea mays* L., CV / TAR 349 MV. The corn seeds of medium size etched in a weak solution of potassium permanganate. Then to each cuvette on the filter paper laid 50 seeds. Osmotic stress was modeled by the addition in cuvettes 300 ml solution with a various concentrations NaCl (50 mM, 100 mM, 150 mM, 200 mM, control №1 - distilled water). To investigate the action of the preparation Zircon on the growth and development of plants of corn under the osmotic stress were using above mentioned concentrations of NaCl with 0.05% growth regulator (control №2 – Zircon 0.05 %). The seeds are germinated in a thermostat TS-80M-2 in the dark at +25 ° C. On day 4 seedlings of plants were transferred to a 0.5-liter vessels on the water culture (solution of Knop). In 11-day-old plants were established value of morphometric parameters (plant height, roots length, the mass of raw substance, area of leaf surfaces) by conventional methods in plant physiology. Statistical processing of obtained data was performed by calculating arithmetic mean and standard error of arithmetic mean. In order to determine significant differences of distribution of biometric data the Student's t-test was used.

On the basis of conducted studies, we reached the following conclusions:

1. Is noted the significantly different ($p < 0,05-0,001$) stimulating and anti-stress the action of the preparation Zircon on the growth and development of plants of corn under the simulated osmotic stress.

2. Is shown the stimulating effect of growth regulator in a concentration of 0.05 % on the growth performance of 11-day-old plants of corn (plant height has increased on 10,6–36,3 %; length of roots – on 7,8–68,7 %; mass of raw substance of the aboveground part - to 12–50,4 %; mass of raw substance of the underground part – on 21–106,5 %; area of leaf surfaces – on 18,5–130 % compared with variants of saline solutions and control №1) in simulated conditions of osmotic stress.

3. Preliminary steeping of the seeds in a solution of studied synthetic regulator of growth with a concentration of 0.05 % increases the salt tolerance of plants *Zea mays* L.,

CV / TAR 349 MV, which in turn will improve the quality of the plants and will effect on their productivity.

Keywords: corn, Zircon, morphometric parameters, osmotic stress, salt tolerance.

References

1. *Rasteniyevodstvo: Kratkij kurs lekcij dlya aspirantov napravleniya podgotovki 35.06.01 Sel'skoe hozyajstvo* [Plant growing: A short course of lectures for graduate students training direction 35.06.01 Agriculture], 100 p. (Saratov, 2014)
2. Baliev A. Soil degradation threatens agriculture of Russia, *Agrarnoe obozrenie* [Agricultural Review], 2009. Available at: <http://agroobzor.ru/zem/a-136.html> (Accessed 12 October 2009).
3. Gorshkov S. P. *Konceptual'nye osnovy geoehkologii: Uchebnoe posobie* [Conceptual bases of geocology: Textbook], 288 p. (Smolensk, Publishing House of the Smolensk Humanitarian University, 1998).
4. Fellenberg G. *Zagryaznenie prirodnoj sredy. Vvedenie v ehkologicheskuyu himiyu* [The pollution of environment. Introduction to environmental chemistry], 232 p. (Moscow, Mir Publ., 1998).
5. Prusakova L. D., Malevannaya N. N., Belopukhov S. L., Vakulenko V. V. Plant growth regulators with antistress and immunoprotecting properties. *Agrochemicals*, **11**, 76 (2005).
6. Chmeleva S. I., Kucher E. N., Dashkevich Y. O., Sitnik N. I., The influence of drug Zircon on the growth and development of corn plants at the early stages of ontogenesis, *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University, Series: Biology, Chemistry*, **26 (65), 4**, 188 (2013).
7. Chmeleva S. I., Kucher E. N., Dashkevich Y. O., Sitnik M. I. The influence of drug Zircon on the growth and development of corn plants at the early stages of ontogeny in conditions of drought, *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University, Series: Biology, Chemistry*, **27 (66), 1**, 223. (2014).
8. Shevelukha V. S., Kovalev V. M., Gruzdev L. G., Plant growth regulators in agriculture, *Vestnik s.-h. nauki* [Herald of agricultural science], **9**, 57 (1985).
9. Buhara A. M., Kabuzenko S. N., Omelchenko A. V., Effect of drug «Geoplus» on Stability to salification and drought of corn in the early stages of ontogeny, *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Series: Biology, Chemistry*, **19 (58), 1**, 3 (2006).
10. Sobchuk N. A., Chmeleva S. I. Influence of preseedling processing by the preparation Zircon on mitotic activity apical meristems of roots of corn, *Scientific Notes of Crimean Federal V. I. Vernadsky University. Biology, Chemistry*, **1 (67), 1**, 107 (2015).
11. Malevannaya N. N., The explosive temperament of zircon in the service of plant, *Novyj sadovod i fermer* [The new gardener and farmer], **1**, 45 (2001).
12. Malevannaya N. N., Drug zircon - a new type of immunomodulator, *Nauchno-prakticheskaya konferenciya «Primenenie preparata cirkon v proizvodstve sel'skohozyajstvennoj produkcii»* [Abstracts of Scientific and Practical Conference "Use of the drug zircon in agricultural production"], pp. 17-20. (Moscow, 2004).
13. Malevannaya N. N., Growth stimulating and immunomodulatory activity of natural complex hydroxycinnamic acids (drug Zircon), *IV Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya «Regulyaciya rosta, razvitiya i produktivnosti rastenij»* [Abstracts of IV International Scientific Conference "Regulation of growth, development and productivity of plants"], pp. 141. (Minsk, 2005).
14. Tkachuk O. A., Pavlikova E. V., Orlov A. N., Efficiency of growth regulators in the cultivation of spring wheat in the forest-steppe zone of the Middle Volga, *Molodoy uchenyj* [Young scientist], **4**, 677. (2013).
15. Grodzinskiy A. M., Grodzinskiy D. M. *Kratkij spravochnik po fiziologii rastenij* [Quick reference to Plant Physiology], 591 p. (Kiev, Naukova Dumka Publ., 1973).
16. Tretyakov N. N., Karnauhova T.V., Panichkin L. A. *Praktikum po fiziologii rastenij* [Practical work on Plant Physiology], 271 p. (Moscow, Agropromizdat Publ., 1990).
17. Protasov K. V., *Statisticheskij analiz ehksperimental'nyh dannyh* [The statistical analysis of experimental data], 232 p. (Moscow, Mir Publ., 2005).