

**УДК 581.1:631.811**

## **ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ЦИРКОН НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ КУКУРУЗЫ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ ОНТОГЕНЕЗА В УСЛОВИЯХ ПОЧВЕННОЙ ЗАСУХИ**

*Чмелева С.И., Кучер Е.Н., Дашкевич Ю.О., Ситник М.И.*

*Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Украина  
E-mail: chmeleva@ukr.net*

Приведены результаты исследования влияния различных концентраций препарата Циркон на посевные качества семян и показатели роста на начальных этапах развития кукурузы сорта Моника 350 МВ в условиях почвенной засухи. Установлено, что предпосевная обработка препаратом повышает засухоустойчивость кукурузы, при этом возрастает всхожесть семян и увеличиваются значения морфометрических параметров проростков. Данный эффект зависит от концентрации действующего вещества и сохраняется на протяжении всего эксперимента. Наилучшие результаты были получены при обработке семян раствором исследуемого препарата в концентрации 2,5%. Показано стимулирующее влияние регулятора роста в указанной концентрации на лабораторную всхожесть семян, а также на показатели роста растений кукурузы (высоту надземной части, длину корневой системы, площадь листовой поверхности, массу сухого вещества надземной части и корней).

**Ключевые слова:** регуляторы роста, Циркон, ростовые процессы, засуха, кукуруза.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время в связи с изменением климатических условий, а также с возрастающим антропогенным воздействием, актуальной является проблема устойчивости культурных растений [1].

Засуха относится к наиболее распространенным неблагоприятным абиотическим факторам среды, с которыми растения сталкиваются на протяжении онтогенеза. Территории с засушливым климатом по разным оценкам занимают от 35 до 45% суши [2, 3]. Засуха - критический фактор, лимитирующий процессы роста и развития растений [2]. В условиях пониженной почвенной влажности быстро тормозится клеточное деление и растяжение, что приводит к формированию мелких клеток. Вследствие этого задерживается рост самого растения, в первую очередь листьев и стеблей. Таким образом, недостаток влаги вызывает значительные и постепенно усиливающиеся изменения большинства физиологических процессов в организме растений [4].

Кукуруза – одна из ведущих кормовых и зернофуражных культур. Широкий диапазон ее использования обусловлен высокой продуктивностью, определяющейся С<sub>4</sub>-типом фотосинтеза и интенсивными ростовыми процессами. Кукуруза относится к культурам, требовательным к водному режиму. Это связано с образованием большого

объема вегетативной массы и потреблением значительного количества питательных элементов в относительно короткий период интенсивного роста растений [5].

В последние годы в сельскохозяйственной практике широко применяются многочисленные регуляторы роста растений, использование которых направлено как на увеличение урожая, так и на повышение устойчивости растений к экстремальным условиям окружающей среды [6]. Современные полифункциональные регуляторы роста способны одновременно стимулировать рост, развитие и физиологические процессы растений, повышать их способность адаптироваться к неблагоприятным факторам [6, 7]. Одним из таких препаратов является препарат нового поколения Циркон. Его действующим веществом является смесь гидроксикоричных кислот (ГКК), получаемых из растительного сырья эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* L.) [8]. Циркон в растениях выполняет функции регулятора роста, иммуномодулятора и антистрессового адаптогена. ГКК осуществляют важнейшую для клетки антиоксидантную функцию посредством активирования соответствующих ферментных систем, и компенсируют дефицит природных регуляторов роста [9-11].

Ранее нами было проведено изучение влияния препарата Циркон на рост и развитие кукурузы сорта Моника 350 МВ [12]. В данной работе приводятся результаты исследования особенностей воздействия предпосевной обработки препаратом Циркон на рост и развитие растений этого сорта в условиях почвенной засухи.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования использовались семена и растения кукурузы (*Zea mays* L. CV 'Моника 350 МВ'). Отобранные по средним размерам и протравленные в слабом растворе перманганата калия, семена замачивали в водных растворах препарата Циркон (0,25%, 0,5%, 1,0%, 2,5% и 5,0%) в течение 24 часов, а затем высаживали в почву. Для сравнения использовались семена, замоченные в водопроводной воде. В качестве морфометрических показателей исследовались: высота растений, длина корней, площадь листовой пластинки, масса сухого вещества у 7-, 14- и 21-дневных растений, выращенных в вегетационных сосудах емкостью 2 кг, при естественном освещении. Растения выращивали в лабораторных условиях при температуре от +22 до +24°C в течение 3 недель при двух уровнях влажности почвы: оптимального – 65-70% от полной влагоемкости (ПВ) и засушливого – 30%. Соответственно использовано два контрольных варианта: контроль 1 – семена замачивали в отстоянной водопроводной воде и высевали в субстрат с оптимальным увлажнением; контроль 2 – семена замачивали в отстоянной водопроводной воде и высевали в субстрат с низким уровнем влажности. Влажность почвы периодически определяли гравиметрическим методом и поддерживали на заданном уровне до конца эксперимента [13]. Полученные экспериментальные данные обработаны с помощью методов математической статистики [14].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные нами исследования выявили резкое снижение всхожести семян, прироста массы как надземной части исследуемых растений, так и корневой системы у растений кукурузы сорта Моника 350 МВ при недостатке почвенной влаги (контроль 2) по сравнению с растениями, выращиваемыми в условиях оптимального водообеспечения (контроль 1) (рис.1, табл.1-3).

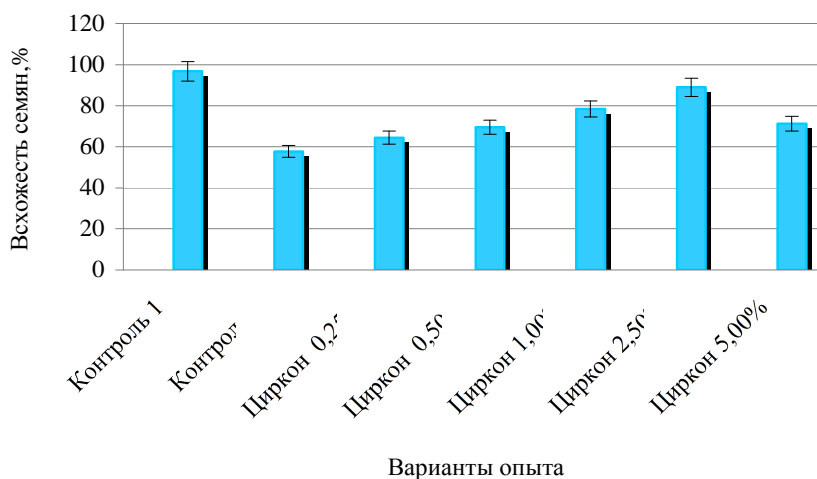


Рис. 1. Влияние препарата Циркон на всхожесть семян кукурузы в условиях почвенной засухи.

Изучение влияния препарата Циркон на величину всхожести семян у кукурузы в условиях почвенной засухи показало, что использование регулятора роста при предпосевной обработке приводит к повышению данного параметра по сравнению с испытываемыми дефицитом влаги контрольными растениями (рис. 1). Наиболее эффективное воздействие оказывает 2,5%-ная концентрация раствора препарата, повышая всхожесть семян на 11,1%.

Результаты изучения влияния препарата Циркон на высоту надземной части проростков и длину их корневой системы в условиях недостаточной влажности почвы представлены в таблицах 1 и 2.

Установлено, что проращивание семян кукурузы с использованием исследуемых концентраций препарата стимулирует рост как надземных, так и подземных органов растений, испытывающих недостаток почвенной влаги. Самые высокие значения морфометрических параметров имеют проростки, подвергшиеся обработке раствором 2,5%-ной концентрации. Высота надземной части и длина корневой системы таких растений близки по величине показателей к таковым у контрольных, выращенных при оптимальном увлажнении.

Таблица 1

**Влияние предпосевной обработки кукурузы препаратом Циркон на высоту растений в условиях почвенной засухи**

Варианты опыта	Высота надземной части, см ( $\bar{x} \pm S_x$ )		
	7-е сутки	14-е сутки	21-е сутки
Контроль 1	4,9±0,02	23,5±0,43	35,3±0,51
Контроль 2	2,3±0,02	13,8±0,32	19,4±0,44
Циркон 0,25%	2,7±0,04	18,8±0,35	28,2±0,57
Циркон 0,50%	3,5±0,02	20,2±0,29	28,9±0,42
Циркон 1,00%	3,9±0,03	21,4±0,33	30,0±0,36
Циркон 2,50%	4,0±0,12	21,8±0,58	31,0±0,49
Циркон 5,00%	2,5±0,20	18,5±0,50	20,6±0,62

*Примечание:* разница средних значений контроля и опыта достоверна при  $P \leq 0,01$  для всех вариантов.

Таблица 2

**Влияние предпосевной обработки кукурузы препаратом Циркон на длину корневой системы в условиях почвенной засухи**

Варианты опыта	Длина корневой системы, см ( $\bar{x} \pm S_x$ )		
	7-е сутки	14-е сутки	21-е сутки
Контроль 1	11,3±0,21	16,8±0,51	24,8±0,92
Контроль 2	5,4±0,06	7,8±0,11	13,5±0,54
Циркон 0,25%	6,4±0,04	9,3±0,21	16,9±0,64
Циркон 0,50%	7,2±0,07	11,7±0,32	17,4±0,82
Циркон 1,00%	7,9±0,10	13,3±0,40	18,6±0,72
Циркон 2,50%	10,4±0,21	15,9±0,23	23,0±0,80
Циркон 5,00%	6,0±0,35	8,3±0,14	14,2±0,58

*Примечание:* разница средних значений контроля и опыта достоверна при  $P \leq 0,01$  для всех вариантов.

Воздействие неблагоприятных факторов среды на метаболические процессы в растительном организме отражаются также на ростовых функциях листа и накоплении массы растением [15]. В таблице 3 приведены результаты исследования влияния предпосевной обработки регулятором роста на развитие листовой пластинки и накопление массы сухого вещества растений кукурузы в условиях почвенной засухи. Сравнение значений параметров контрольных и опытных растений в таблице представлено на 14-й день учета.

Таблица 3

**Влияние препарата Циркон на морфометрические показатели 14-дневных растений кукурузы в условиях почвенной засухи**

Вариант опыта	Площадь листовой поверхности, % от контроля 1 $\bar{x} \pm S_x$	Масса сухого вещества, % от контроля 1 $\bar{x} \pm S_x$	
		надземной части	корней
Контроль 2	56,4±0,89	50,2±0,53	57,4±0,40
Циркон 0,25%	57,5±0,43	64,8±0,54	61,8±0,90
Циркон 0,50%	70,5±0,70	67,8±0,71	65,3±0,52
Циркон 1,00%	72,8±0,65	68,3±0,87	76,9±0,70
Циркон 2,50%	81,8±0,90	75,3±0,98	89,7±0,53
Циркон 5,00%	60,3±1,20	47,3±0,32	54,5±0,40

*Примечание:* разница средних значений контроля и опыта достоверна при  $P \leq 0,01$  для всех вариантов.

Выявлено положительное влияние препарата на исследуемые параметры у растений, выращиваемых в условиях почвенной засухи. Наибольший стимулирующий эффект дало использование 2,5%-ной концентрации раствора препарата. Полученные данные свидетельствуют, что наиболее выраженный стимулирующий эффект на величины площади листовой поверхности и массы сухого вещества оказывает предпосевная обработка препаратом в концентрации 2,5% (значения показателей более чем на 25% превышают контроль 2).

Таким образом, в условиях почвенной засухи установлено значительное улучшение посевных качеств семян и морфометрических характеристик растений при проведении предварительного замачивания семян в растворе регулятора роста, что свидетельствует о повышении засухоустойчивости кукурузы сорта Моника 350 МВ под влиянием препарата Циркон.

Полученные нами данные подтвердили перспективность использования препарата Циркон для предпосевной обработки семян различных сельскохозяйственных культур в условиях почвенной засухи [16-18].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведенные исследования показали, что в условиях почвенной засухи предпосевная обработка препаратом Циркон стимулирует прорастание и ростовые процессы кукурузы сорта Моника 350 МВ на ранних этапах онтогенеза.
2. Наиболее эффективной по действию на изучаемые показатели является предпосевная обработка раствором препарата 0,25%-ной концентрации. Показано стимулирующее влияние регулятора роста в данной концентрации на лабораторную всхожесть семян, а также на показатели роста растений кукурузы (высоту надземной части, длину корневой системы, площадь листовой поверхности, массу сухого вещества надземной части и корней).

3. Полученные результаты подтвердили перспективность использования препарата Циркон для предпосевной обработки семян кукурузы в условиях недостаточной почвенной влажности.

#### Список литературы

1. 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.
2. Жук О. І. Формування адаптивної відповіді рослин на дефіцит води / О. І. Жук // Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – Т. 43, № 1. – С. 26-37.
3. Пьянков В. И. Основные тенденции изменения растительности Земли в связи с глобальным потеплением климата / В. И. Пьянков, А. Т. Мокроносков // Физиология растений. – 1993. – Т. 40, № 4. – С. 515-531.
4. Генкель П. А. Физиология устойчивости растительных организмов / П. А. Генкель // Физиология сельхоз растений. – М.: Наука, 1967. – С. 87-265.
5. Семина С. А. Водопотребление кукурузы в зависимости от приемов возделывания / С. А. Семина, А. Г. Иняхин // Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационные технологии в АПК: теория и практика». – Пенза, 2013. – С. 98-100.
6. 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.
7. Прусакова Л. Д. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л. Д. Прусакова, Н. Н. Малеванная, С. Л. Белопухов, В. В. Вакуленко // Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 76-86.
8. 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.
9. 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.
10. Малеванная Н. Н. Циркон - новый стимулятор роста и развития растений / Н.Н. Малеванная // VI Международная конференция "Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях". – М., 2001. – С. 163-171.
11. 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.
12. 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, М. И. Ситник // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2013. – Т. 26 (65), № 4. – С. 188-195.
13. Александрова Л. Н. Лабораторно-практические занятия по почвоведению / Л. Н. Александрова, О.А. Найденова. – Л.: Колос, 1976. – 280 с.
14. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
15. Карпова Г. А. Оптимизация продукционного процесса агрофитоценозов проса, яровой пшеницы и ячменя при использовании регуляторов роста и бактериальных препаратов в лесостепи Среднего Поволжья: автореферат на соискание научн. степени доктора с-х. наук / Г.А. Карпова; ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА». – Пенза, 2009. – 52 с.
16. Чурикова В.В. К вопросу о механизме защитного действия циркона / В.В. Чурикова, Н.Н. Малеванная // Научно-практическая конференция «Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции». – М., 2004. – С. 3-4.

17. Сучкова Е. В. Продуктивность и адаптационная способность к засухе разных сортов пшеницы при обработке цирконом: на соискание учен. степени кандидата биологических наук / Е.В. Сучкова. – М., 2005. – 24 с.
18. Серегина И. И. Действие обработки семян цирконом на продуктивность яровой пшеницы в различных условиях азотного питания и водообеспечения / И.И. Серегина, Е.В. Сучкова // Бюлл. ВИУА. – 2003. – № 118. – С. 79-81.

**Чмельова С.І. Вплив препарату Циркон на ріст і розвиток рослин кукурудзи на початкових етапах онтогенезу в умовах ґрунтової посухи / С.І. Чмельова, Є.М. Кучер, Ю.О. Дашкевич, М.І. Сітнік // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2014. – Т. 27 (66), № 1. – С. 223-231.**

Наведено результати дослідження впливу різних концентрацій препарату Циркон на посівні якості насіння і показники зростання на початкових етапах розвитку кукурудзи сорту Моніка 350 МВ в умовах ґрунтової посухи. Встановлено, що передпосівна обробка препаратом підвищує посухостійкість кукурудзи, при цьому зростає схожість насіння і збільшуються значення морфометричних параметрів проростків. Даний ефект залежить від концентрації діючої речовини та зберігається протягом усього експерименту. Найкращі результати були отримані при обробці насіння розчином досліджуваного препарату в концентрації 2,5%. Показано стимулюючий вплив регулятора росту у зазначеній концентрації на лабораторну схожість насіння, а також на показники росту рослин кукурудзи (висоту надземної частини, довжину кореневої системи, площу листової поверхні, масу сухої речовини надземної частини і коренів).

**Ключові слова:** регулятори росту, Циркон, ростові процеси, посуха, кукурудза.

## THE INFLUENCE OF DRUG ZIRCON ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF CORN PLANTS AT THE EARLY STAGES OF ONTOGENY IN CONDITIONS OF DROUGHT

*Chmeleva S.I., Kucher E.N., Dashkevich Y.O., Sitnik M.I.*

*National V.I. Vernadsky University, Simferopol, Crimea, Ukraine*

*E-mail: chmeleva@ukr.net*

Currently, due to changes in climatic conditions, as well as increasing anthropogenic influence the actual problem is the stability of cultivated plants. Drought is the most common adverse environmental factor to which plants face during ontogeny. Modern multifunctional growth regulators that simultaneously stimulate growth, development and physiological processes of plants, capable to enhance the ability of the plant organism to adapt to the effects of inadequate water supply. One of these growth regulators is the preparation of new generation Zircon. Its active substance is a mixture of hydroxycinnamic acids (HCA) derived from plant material of purple coneflower (*Echinacea purpurea* L.). HCA cells carry out important antioxidant function by activating the relevant enzyme systems, and compensate for lack of natural growth regulators.

The aim of our work was to study the effect of pre-seeded treatment with drug Zircon on the growth and development of corn plants in conditions of drought in the early stages of ontogeny. Corn seeds and corn plants (*Zea mays* L. CV 'Monica 350 MV') were used as objects of study. Seeds were soaked in aqueous solutions of the tested drug (0,25%, 0,5%, 1,0%, 2,5% and 5,0%) for 24 hours and then were planted in the soil. Seeds soaked in tap water were used for comparison. As morphometric parameters were studied: plant height,

root length, leaf blade area, dry weight in 7-, 14- and 21-day-old plants grown in pots of 2 kg, in natural light. Plants were grown in the laboratory at temperatures from +22 to +24° C for 3 weeks at two levels of soil moisture: optimal – 65-70% of the total moisture capacity (TMC) and dry – 30%. Accordingly two control options were used: control 1 – seeds were soaked in settled tap water and were seeded in substrate with optimum moisture, control 2 – seeds were soaked in settled tap water and were seeded in substrate with low moisture. Soil moisture was regularly determined gravimetrically and was maintained at a predetermined level until the end of the experiment.

Studies revealed that pre-seeded treatment with preparation improves drought tolerance of corn. Using of growth regulator leads to an increase in seed germination compared to experiencing moisture deficit by control plants. The most effective action has 2,5% concentration solution of the drug, increasing seed germination by 11,1%. It is found that seed germination of corn using the tested drug concentrations stimulates the growth of both aerial and underground organs of plants that lack of soil moisture. The highest value of morphometric parameters have seedlings subjected to treatment with a solution of 2,5% concentration. The height and length of the aerial part of the root system of these plants are close in magnitude to those indicators in the control grown at optimum moisture. There is a positive effect of the drug on the growth of the leaf blade and the weight of dry matter accumulation in conditions of drought. The greatest stimulatory effect was also given by using a 2,5% concentration solution of the drug. Our data confirmed the promise of using the drug Zircon for treatment of seeds of different crops in conditions of drought.

**Keywords:** growth regulators, Zircon, growth processes, drought, corn.

#### References

1. 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)**, 3 (2006).
2. Zhuk O.I., Forming adaptive response of plants to water deficit, *Physiology and biochemistry cultivated plants*, **43**, 26 (2001).
3. P'yankov V.I., Mokronosov A.T., Main trends in the vegetation of the earth due to global warming, *Plant Physiology*, **40**, 515 (1993).
4. Henkel P.A. *Physiology resilience plant organisms*, 265 p. (Science, Moscow, 1967).
5. Semina S.A., Inyahin A.G., Water consumption of corn depending on methods of cultivation, *Abstracts of All-Russian Scientific and Practical Conference "Innovative technologies in agribusiness: Theory and Practice"*, (Penza, 2013), p. 98.
6. Shevelukha V.S., Kovalev V.M., Gruzdev L.G., Plant growth regulators in agriculture, *Herald of agricultural science*, **9**, 57 (1985).
7. Prusakova L.D., Malevannaya N.N., Belopukhov S.L., Vakulenko V.V., Plant growth regulators with anti-stress and immuno-protective properties, *Agrochemicals*, **11**, 76 (2005).
8. Malevannaya N.N., Growth stimulating and immunomodulatory activity of natural complex hydroxycinnamic acids (drug Zircon), *Abstracts of IV International Scientific Conference "Regulation of growth, development and productivity of plants"*, (Minsk, 2005), p. 141.
9. Malevannaya N.N., Drug zircon - a new type of immunomodulator, *Abstracts of Scientific and Practical Conference "Use of the drug zircon in agricultural production"*, (Moscow, 2004), p. 17.
10. Malevannaya N.N. Zircon - new stimulator of growth and development plant, *Abstracts of VI International Conference "Growth regulators and plant development in biotechnology"*, (Moscow, 2001), p. 163.



11. 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, *Young scientist*, **4**, (2013).
12. 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 (2013).
13. Aleksandrova L.N., Naydenova O.A. *Laboratory practical classes on soil science*, 280 p. (Kolos, Leningrad, 1976).
14. Lakin G.F. *Biometrics*, 352 p. (Higher School, Moscow, 1990).
15. Karpova G.A. Optimization of the production process agrophytocenosis millet, spring wheat and barley using growth regulators and bacterial preparations in the Middle Volga steppe, 52 p. (Penza, 2009).
16. Churikova V.V., Malevannaya N.N., On the mechanism of the protective effect of zircon, Abstracts of Scientific and Practical Conference "Use of the drug zircon in agricultural production", (Moscow, 2004), p. 3.
17. Suchkova E.V. Efficiency and adaptability to drought of different varieties of wheat during processing zircon, 24 p. (Moscow, 2005).
18. Seregina I.I., Suchkova E.V., Action zircon seed treatment on the productivity of spring wheat under different conditions of nitrogen nutrition and water supply, *Bull. VIUA*, **118**, 79 (2003).

*Поступила в редакцию 02.02.2014 г.*