

УДК 631.53.027:631.811.98

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПРЕПАРАТОМ ЦИРКОН НА МИТОТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ АПИКАЛЬНОЙ МЕРИСТЕМЫ КОРНЕЙ КУКУРУЗЫ

Собчук Н. А., Чмелёва С. И.

*Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Республика Крым,
Российская федерация
E-mail: sob4uk.n@gmail.com*

Приведены исследования влияния препарата Циркон на митотическую активность апикальной меристемы корней проростков растений кукурузы на ранних этапах онтогенеза. Впервые получены данные о влиянии регулятора роста на митотическую активность апикальной меристемы корней у гибридов кукурузы ТАР 349 МВ и Селест ФАО 390. Результаты работы имеют теоретическую и практическую ценность, так как углубляют знания о действии синтетического регулятора роста нового поколения на сельскохозяйственные растения, что позволяет рекомендовать к применению его в практике выращивания растений кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, Циркон, митотический индекс.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях постоянного роста населения значимым становится повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Для решения данной задачи в сельском хозяйстве применяют различные регуляторы роста, действие которых направлено на увеличение урожая, а также повышение устойчивости растений к экстремальным условиям окружающей среды [1–4]. К регуляторам роста нового поколения относится препарат Циркон. Циркон предоставляет собой препарат на основе природных компонентов, который используют как комплексный стимулятор роста: он повышает корнеобразование, ростовые процессы, продолжительность цветения и устойчивость к поражению болезнями, увеличивает урожайность и качества растений [5–8].

В основе активации процессов роста растительного организма на органном уровне лежит стимуляция процессов клеточного роста, составной частью которой является митотическая активность меристемы. Любое неспецифическое влияние окружающей среды, в том числе и воздействие экзогенными регуляторами роста, может привести к определенным нарушениям жизнедеятельности клеток, которые отражают такие показатели, как митотический и фазные индексы. Понижение митотического индекса клеток исследуемого варианта по сравнению с контролем позволяет судить о митозмодифицирующем действии фактора. Повышение митотического индекса может быть обусловлено повышением количества клеток на разных стадиях митоза либо задержкой прохождения клеток митотических фаз,

вызванными нарушением структуры хромосом [9]. Исследование фазных индексов, в свою очередь, помогает выявить причину повышения митотического индекса ядер клеток меристемы. Поэтому **целью** нашей работы было исследовать влияние препарата Циркон на митотическую активность апикальных меристем корней проростков кукурузы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования были использованы семена и растения кукурузы *Zea mays L.*, CV / ТАР 349 МВ и *Zea mays L.*, CV / Селест ФАО 390. Отобранные по средним размерам и протравленные в слабом растворе перманганата калия, семена закладывали в чашки Петри на фильтровальную бумагу по 25 шт., приливали по 10 мл рабочего раствора с различной концентрацией исследуемого препарата (0,0125; 0,025; 0,05; 0,075 и 0,1 % растворы, контроль – отстоянная водопроводная вода). Семена проращивали в термостате типа ТС-80М-2 в темноте при температуре +25°C [10]. На 4-е сутки от проростков кукурузы отрезали корень (5-7 мм) и погружали его в раствор фиксатора (уксусный алкоголь) на 1 сутки. Фиксированные кончики корней переносили в раствор 70° этилового спирта и таким образом сохраняли в холодильнике. Окраску корешков проводили ацетокармином на протяжении двух суток. Микропрепараты «раздавленная капля» готовили по стандартной методике [9]. Каждый опыт проводили в трехкратной повторности. По каждому варианту эксперимента анализировали кончики корней 3 проростков, в каждом кончике корня – не менее 1000 клеток [11]. Расчет митотического и фазных индексов производился по стандартным формулам [9]. Статистическую обработку полученных данных осуществляли, рассчитывая среднюю арифметическую и стандартную ошибку средней арифметической. Для определения достоверных отличий распределений биометрических данных использовали t-критерий Стьюдента [12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обобщенные данные исследований по влиянию регулятора роста Циркон на митотическую активность клеток апикальной меристемы корня проростков кукурузы представлены в таблице 1. Статистическая обработка полученных значений позволила установить, что препарат Циркон достоверно повышает **митотический индекс** во всех вариантах у гибрида ТАР 349 МВ в 1,1–1,4 раз, а у гибрида Селест ФАО 390 – в 1,2–2,0 раза. Наиболее эффективной по влиянию на изучаемый показатель оказалась концентрация Циркона 0,05 % для гибрида ТАР 349 МВ и 0,025 % для гибрида Селест ФАО 390.

Статистическая обработка первичных данных, касающихся влияния регулятора роста Циркон на **фазные индексы** меристематических клеток апикальной меристемы гибрида ТАР 349 МВ, свидетельствует о том, что значения всех исследуемых вариантов препарата в профазе достоверно не отличаются от контроля (Табл. 2, Рис. 1).

Таблица 1

Влияние препарата Циркон на митотическую активность апикальной меристемы корня проростков кукурузы

Варианты опыта		Митотический индекс, %
<i>ТАР 349 МВ</i>	Контроль	5,31±0,22
	Циркон 0,0125 %	6,37±0,12*
	Циркон 0,025 %	7,26±0,12**
	Циркон 0,05 %	7,62±0,06***
	Циркон 0,075 %	6,51±0,07**
	Циркон 0,1 %	5,88±0,13
<i>Селест ФАО 390</i>	Контроль	2,69±0,12
	Циркон 0,0125 %	3,94±0,09***
	Циркон 0,025 %	5,62±0,12***
	Циркон 0,05 %	4,58±0,07***
	Циркон 0,075 %	4,55±0,14**
	Циркон 0,1 %	3,31±0,05**

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

При этом в вариантах с концентрацией регулятора роста 0,0125 % и 0,025 % установлено достоверное отличие телофазного индекса от контроля с p≤0,01. Уменьшение клеток в телофазе происходит за счет их увеличения в профазе и метафазе. В вариантах с предпосевной обработкой препаратом Циркон 0,05 % и 0,075 % длительность всех митотических фаз достоверно не отличается от контроля и находится в интервале -6,08...+7,74 %, что соответствует норме. В варианте с концентрацией препарата 0,1 % достоверно отличаются метафазный (с p≤0,001), анафазный (с p≤0,01) и телофазный (с p≤0,001) индексы от контроля. Причиной этого является уменьшение делящихся клеток на стадии анафазы и телофазы за счет задержки их на стадии метафазы (Табл. 2; Рис. 1, А).

В результате анализа первичных данных по влиянию препарата на фазные индексы меристематических клеток апикальной меристемы корней проростков кукурузы гибрида Селест ФАО 390 было отмечено различное влияние регулятора роста на исследуемые показатели. В вариантах с использованием концентрации Циркон 0,0125 % от контроля достоверно отличается длительность профазы, метафазы и анафазы, при этом отмечается задержка делящихся клеток в профазе и метафазе (Табл. 2; Рис. 1, Б).

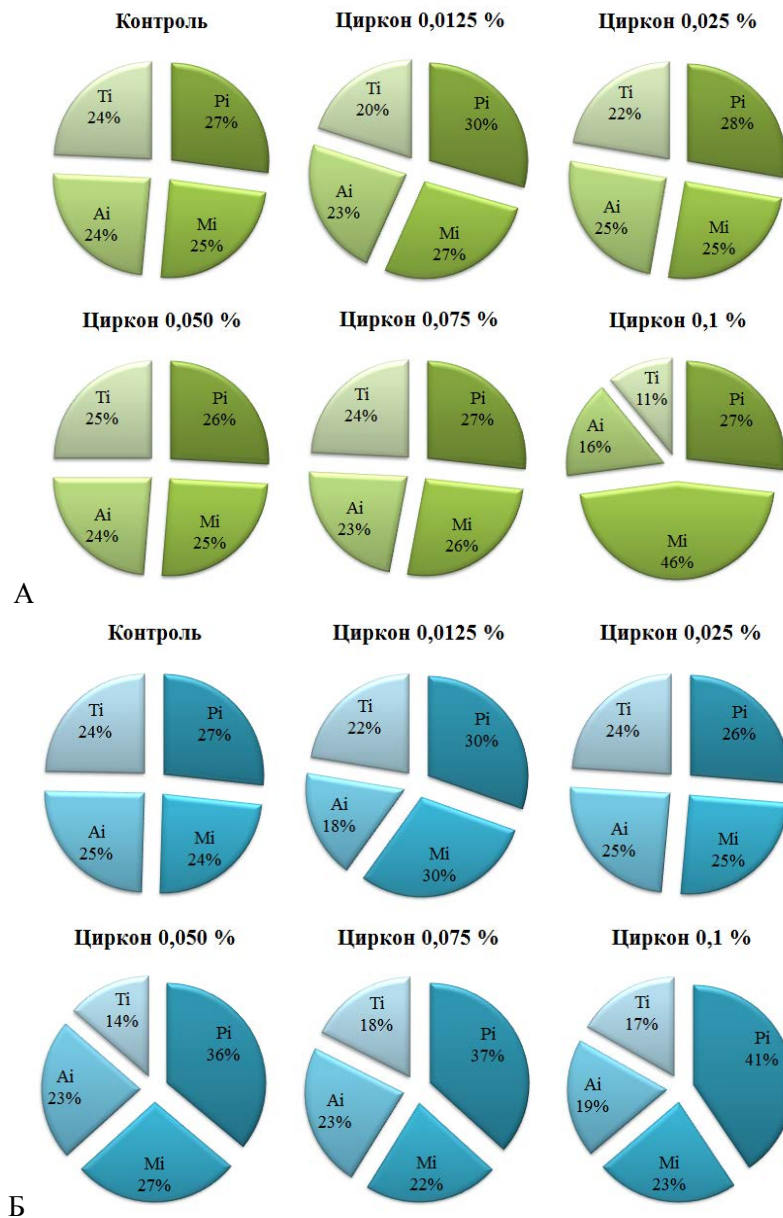


Рис. 1. Влияние препарата Циркон на длительность фаз митоза клеток апикальной меристемы корней кукурузы гибридов ТАР 349 МВ (А) и Селест ФАО 390 (Б).

В вариантах с концентрацией препарата Циркон 0,025 % достоверного отличия фазных индексов от контроля нами не выявлено.

Таблица 2

Влияние препарата Циркон на значения фазных индексов апикальной меристемы корня проростков кукурузы

Варианты опыта		Pi±δt	Mi±δt	Ai±δt	Ti±δt
ТАР 349 МВ	Контроль	27,11±0,40	24,34±1,08	24,25±0,87	24,30±0,13
	Циркон 0,0125 %	29,41±1,21	27,32±0,21	23,19±0,73	20,09±0,63**
	Циркон 0,025 %	27,73±0,36	25,01±0,51	24,98±0,53	22,27±0,33**
	Циркон 0,05 %	25,86±0,65	25,43±0,39	23,71±1,17	25,00±0,49
	Циркон 0,075 %	26,74±0,97	26,23±0,86	22,78±0,56	24,25±0,37
	Циркон 0,1 %	29,34±0,81	50,56±1,18***	17,70±0,44**	11,96±0,45***
Селест ФАО 390	Контроль	26,72±0,16	23,73±0,30	24,84±0,94	24,71±0,93
	Циркон 0,0125 %	30,39±0,09*	29,60±1,48**	17,60±0,74**	22,42±0,99
	Циркон 0,025 %	26,28±1,44	25,12±0,74	24,57±0,48	24,03±0,72
	Циркон 0,05 %	36,02±1,37**	27,34±0,48**	22,99±1,02	13,65±0,47***
	Циркон 0,075 %	36,68±1,42**	22,18±0,69*	23,51±0,51	17,63±0,81**
	Циркон 0,1 %	46,22±1,72***	26,43±1,09	22,14±0,67	19,07±0,47**

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

Длительность фаз меристемы корня проростков кукурузы в варианте опыта Циркон 0,025 % отличается от длительности фаз контроля в пределах - 2,77...+5,86 % и составляет норму. В опытных вариантах с концентрациями исследуемого препарата 0,05 % и 0,075 % достоверно отличаются профазные (с p≤0,01), метафазные (с p≤0,01 и p≤0,05) и телофазные (с p≤0,001 и p≤0,01) индексы от соответствующих фазных индексов контрольного варианта. Это достигается из-за уменьшения количества клеток в телофазе за счет их задержки в профазе и метафазе. В варианте с использованием препарата Циркон в концентрации 0,1 % от контроля достоверно отличаются профаза (с p≤0,001) и телофаза (с p≤0,01). Так, профазный индекс данного исследуемого варианта отличается от контроля на 37,28 %, а телофазный – на -28,67 % (см. Табл. 2). Причиной этого является задержка клеток в профазе и, как следствие, их уменьшение в телофазе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выявлено достоверно положительное влияние регулятора роста Циркон на митотическую активность клеток апикальной меристемы корней проростков

кукурузы. Наилучшее влияние на исследуемый показатель у гибрида кукурузы ТАР 349 МВ оказывает препарат в концентрации 0,05 %, а у гибрида кукурузы Селест ФАО 390 – 0,025 %. При этом повышение митотического индекса в вариантах с оптимальной концентрацией препарата происходит за счет интенсивного деления клеток апикальной меристемы корней проростков, что значительно повышает скорость роста корневой системы всего растения.

2. Предварительное замачивание семян в растворах изучаемого синтетического регулятора роста будет стимулировать митотическую активность клеток апикальной меристемы корней проростков кукурузы, что можно использовать для усиления процессов роста корней, что в конечном итоге приведет к повышению их поглотительной способности и, как следствие, к увеличению продуктивности растений.

Список литературы

1. 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.
2. Чмелёва С. И. Влияние препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы на начальных этапах онтогенеза / С. И. Чмелёва, Е. Н. Кучер, Ю. О. Дашкевич, М. И. Ситник // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия*. – 2013. – Т. 26 (65), № 4. – С. 188–195.
3. Чмелёва С. И. Влияние препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы на начальных этапах онтогенеза в условиях почвенной засухи / С. И. Чмелёва, Е. Н. Кучер, Ю. О. Дашкевич, М. И. Ситник // *Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия*. – 2014. – Т. 27 (66), № 1. – С. 223–231.
4. 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.
5. Малеванная Н. Н. Взрывной темперамент Циркона на службе растений / Н. Н. Малеванная // *Новый садовод и фермер*. – 2001. – №1. – С. 45–47.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Прохорова И. М. Оценка митотического и мутагенного действия окружающей среды: Метод. указания / Прохорова И. М., Ковалева М. И., Фомичева А. Н.; Ярослав. гос. ун-т. – Ярославль, 2003. – 32 с.
10. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с Изменениями N 1, 2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа к статье: http://docs.nevacert.ru/files/gost/gost_12038-1984.pdf
11. Евсеева Н. В. Физиолого-биохимические изменения в проростках пшеницы при инокуляции бактериями рода *Azospirillum* / Н. В. Евсеева, Л. Ю. Матора, Г. Л. Бурыгин [и др.] // *Физиология и биохимия культурных растений*. – 2011. – Т. 43., №2. – С. 171–178.
12. Протасов К. В. Статистический анализ экспериментальных данных / Протасов К. В. – М.: Мир. 2005. – 232 с.

**INFLUENCE OF PRESEEDING PROCESSING BY THE PREPARATION
ZIRCON ON MITOTIC ACTIVITY APICAL MERISTEMS OF ROOTS OF
CORN**

Sobchuk N.A., Chmeleva S.I.

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

Zircon is a growth regulator of new generation with multifunctional effect. It is a natural ingredients-based preparation, which is used as a complex growth stimulant: it increases root formation, enhances growth processes, improves flowering duration and increases resistance to diseases, increases yield and quality of plants. Mitotic activity is an integral part of cell growth. Any non-specific environmental impact, including the effects of exogenous growth regulators, may lead to certain disorders of cell activity, which are reflected by such factors as mitotic and phase indexes. The reduction of mitotic index of the cells of the investigated case compared to the control allows considering a mitosis-modifying effect of the factor. Increase of mitotic index may be associated with the increase of the cells number at different stages of mitosis or with the delay of cells passage of mitotic phases, which is caused by the disruption of the structure of chromosomes. The study of phase indexes, in its turn, helps to identify the cause of increase of the mitotic index of cell nuclei of the meristem. Therefore, the aim of our work was to investigate the effect of the preparation Zircon on the mitotic activity of apical meristems of roots of maize sprouts.

As an object of the study, the seeds and plants of maize *Zea mays* L., CV / TAP 349 MB and *Zea mays* L., CV / Celeste FAO 390 have been used. The selected seeds were put into the Petri dishes to the work solution with different concentrations of investigational preparation (0, 0,125; 0,025; 0,05; 0,075 and 0,1% solutions, control – settled tap water). On the fourth day, the root (5-7 mm) was cut off from the sprouts of maize and was put in the fixative solution (acetic alcohol) for the period of 24 hours. Fixed roots tips were transferred to the solution of ethyl alcohol of 70°.

The coloration of roots with acetocarmine was conducted over a period of two days. For each case of the experiment the roots tips of three sprouts were analyzed, in each root tip there were not less than 1000 cells. 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. The study revealed the significantly positive effect of the growth regulator Zircon on the mitotic activity of cells of apical meristem of roots of maize sprouts. The preparation had the best effect on study indicator by the maize hybrid TAP 349 MB at the concentration of 0,05%, and by the maize hybrid Celeste FAO 390 – at the concentration of 0,025%. Therewith, the increase of the mitotic index in cases with the optimal concentration of preparation is caused by the intense cell fission of apical meristem of the roots of sprouts; this significantly increases the rate of growth of the root system of the whole plant.

It was also found that the pre-soaking of the seeds in the solutions of the studied synthetic growth regulator will stimulate the mitotic activity of cells of the apical meristem of the roots of maize sprouts, which can be used for enhancement of the processes of the roots growth, which will eventually lead to the increase of their absorbability and, as a result, to the increase of plant productivity. The results of the work have theoretical and practical value, as they deepen knowledge on the effect of synthetic growth regulator of new generation on agricultural plants, which allows recommending to use it in the practice of growing maize plants.

Keywords: corn, Zircon, mitotic index.

References

1. 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).
2. 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).
3. 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 (2014).
4. Shevelukha V.S., Kovalev V.M., Gruzdev L.G., Plant growth regulators in agriculture, *Herald of agricultural science*, **9**, 57 (1985).
5. Malevannaya N.N., The explosive temperament of zircon in the service of plant, *The new gardener and farmer*, **1** (2001).
6. 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.
7. 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.
8. 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).
9. Prokhorova I.M., Kovaleva M.I., Fomichev A.N., Evaluation of mitotic and mutagenic effects of the environment (Yaroslavl, 2003), p. 32.
10. GOST 12038-84. The agricultural seeds. Methods for determination of germination (with a change in N 1, 2). Available at: http://docs.nevacert.ru/files/gost/gost_12038-1984.pdf
11. Evseeva N.V., Matora L.Y., Burygin G.L., The physiological and biochemical changes in seedlings of wheat when inoculated with bacteria of the genus *Azospirillum*, *Physiology and biochemistry of cultivated plants*, **43**, 171 (2011).
12. Protasov K.V., The statistical analysis of experimental data (World, Moscow, 2005), p. 232.

Поступила в редакцию 26.10.2015
Поступила в редакцию 21.08.2013 г.