

УДК 598.1: 591.53 (477.75)

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ЦИРКОН НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН КУКУРУЗЫ (*ZEА MAYS L.*)

Собчук Н. А., Чмелева С. И.

Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Симферополь,
sob4uk.n@gmail.com, chmeleva-s@mail.ru

Приведены результаты исследования влияния препарата Циркон на прорастание семян растений кукурузы (*Zea mays L.*). Впервые получены данные о влиянии данного регулятора роста на прорастание семян 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, прорастание, интенсивность прорастания, скорость прорастания.

ВВЕДЕНИЕ

С целью получения высоких урожаев различных культур 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 (Шевелуха, 1985; Прусакова и др., 2005; Чмелева и др., 2013; 2014; 2015; Собчук, Чмелева, 2015). К регуляторам роста нового поколения относится препарат Циркон. Циркон предоставляет собой препарат на основе природных компонентов, который используют как комплексный стимулятор роста: повышает корнеобразование, ростовые процессы, продолжительность цветения и устойчивость к поражению болезнями, увеличивает урожайность и качества растений (Малеванная, 2001; 2004; 2005; Ткачук и др., 2013).

В жизненном цикле растений первым и важным критическим периодом является развитие от посева до всходов. От условий его протекания зависит все дальнейшее вегетативное и репродуктивное развитие и, в конечном итоге, формирование урожая (Полевой, Синицына, 2013). В этот период происходят такие пусковые процессы прорастания, как водопоступление и набухание семени. Значение воды на этом этапе жизни растения заключается в общей активизации метаболизма, при этом происходит высвобождение веществ из связанных форм (Исайчев, Музурова, 2006). При гидратации гидрофобные частицы спонтанно притягивают воду, в результате чего происходит активизация ферментов, витаминов и регуляторов роста. Это обеспечивает мобилизацию запасных питательных веществ в клетке растения путем их гидролиза и поступление растворимых веществ к точкам роста. Поэтому быстрота и степень набухания семян связаны с пробуждением зародыша к активной жизнедеятельности (Аскоченская, 1984; Кирсанова, 2003; Карпова, 2009). Вследствие ускоренного прорастания семян наблюдается повышение темпов линейного роста растений. При этом высота однолетних растений кукурузы коррелирует с таким показателем, как продуктивность вегетативной массы, которая в свою очередь, определяет сроки хозяйственного использования возделываемых культур (Морозов, 1996).

Цель работы – изучить влияние регулятора роста Циркон на прорастание семян гибридов кукурузы ТАР 349 МВ и Селест ФАО 390.

МАТЕРИАЛ 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. Семена были отобраны по средним размерам и протравлены в слабом растворе перманганата калия.

Методика определения степени набухания семян по У. Руге в изложении О.А. Вальтера и др. Отсчитывали по 10 семян на каждый вариант опыта (в трех повторностях). В каждую чашку Петри клали фильтровальную бумагу, сложенную вдвое, прибавляли по 10 мл рабочего раствора с различной концентрацией исследуемого препарата (0,0125; 0,025; 0,05; 0,075 и 0,1 % растворы, контроль – отстоянная вода). Каждое семя взвешивали на весах и помещали в чашку Петри. Через каждые 60 мин (на протяжении 24 часов) семена быстро извлекали из раствора, обсушивали фильтровальной бумагой и взвешивали. Увеличение веса за счет поглощенной воды выражали в процентах от первоначальной массы (Вальтер и др., 1959).

Интенсивность набухания семян рассчитывали по формуле:

$$\Delta M = \frac{(M_k - M_c)}{M_c} \times 100 \%, \quad (1)$$

где: ΔM – интенсивность набухания, %; M_k – масса семян на конец учетного периода, г; M_c – масса сухих семян (г).

Скорость набухания семян рассчитывали по формуле:

$$C_{\text{кн}} = \frac{(M_k - M_n)}{(M_n \times \Delta t)} \times 1000, \quad (2)$$

где: $C_{\text{кн}}$ – скорость набухания семян ($\text{мг} \times (\text{г} \times \text{ч})^{-1}$); M_k – масса семян на конец учетного периода (г); M_n – масса семян варианта опыта на начало учетного периода, г; Δt – продолжительность учетного периода (ч.); 1000 – коэффициент перевода массы из г в мг.

Для опытов по изучению влияния регулятора роста на темпы линейного роста растений 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. На 4-е сутки проростки переносили на водную культуру (среда Кнопа) и выращивали при естественном освещении в вегетационных сосудах емкостью 0,5 л. Высоту побега и длину корней измеряли у 11-дневных растений.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли, рассчитывая среднюю арифметическую и стандартную ошибку средней арифметической. Для определения достоверных отличий распределений биометрических данных использовали t-критерий Стьюдента (Протасов, 2005).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате изучения особенностей влияния обработки семян кукурузы препаратом Циркон на степень их набухания при прорастании было установлено, что процессы водопоступления в семенах кукурузы соответствуют классическим представлениям и характеризуются наличием кривой набухания, имеющей S-образный вид (рис. 1).

Обобщенные данные влияния препарата Циркон на **степень набухания** семян *Zea mays*, CV / Селест ФАО 390 при прорастании приведены на рисунке 1 (действие на гибрид *Zea mays*, CV / ТАР 349 МВ типично).

Анализ результатов данного исследования показывает, что регулятор роста заметно усиливает степень набухания семян *Zea mays*, CV / ТАР 349 МВ и *Zea mays*, CV / Селест ФАО 390 по сравнению с контрольными вариантами во всех изучаемых вариантах на протяжении всего периода измерений.

Впервые 6–8 часов проращивания семян кукурузы двух гибридов отмечено наиболее интенсивное набухание. Это связано с прохождением семени этапа активации метаболизма. Масса семян изменяется на 18,0–24,8 % от начальной сухой массы.

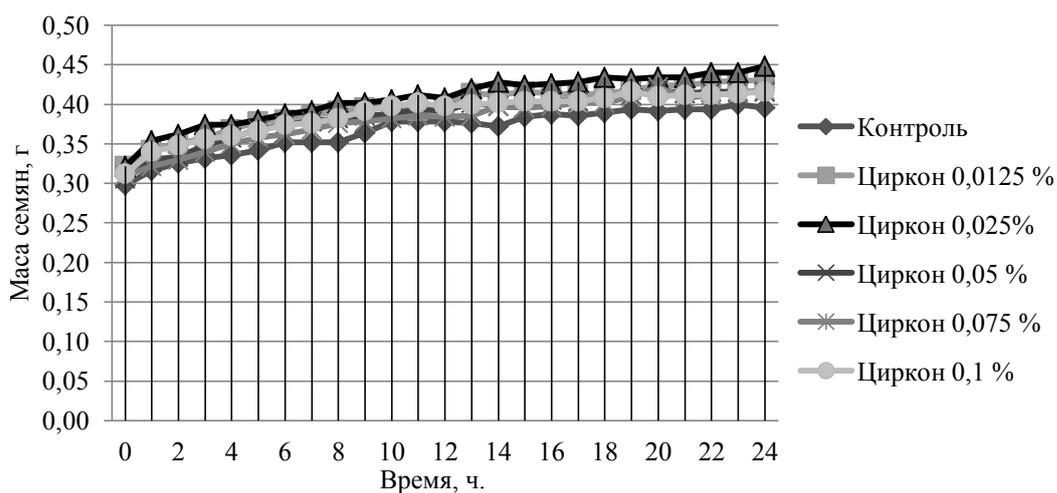


Рис. 1. Влияние Циркона на степень набухания семян *Zea mays*, CV / Селест ФАО 390 при прорастании

Следующий этап прорастания семени – подготовка к растяжению клеток – наблюдается с 13 до 18 часов после замачивания. В этот этап увеличение массы приостанавливается. При этом сохраняются различия между изучаемыми вариантами растворов и контролем.

Последний этап – собственно рост органов проростка кукурузы – начинается с 18 часов после намачивания. Наблюдается повторное увеличение массы семян кукурузы, но в данном случае не такое интенсивное. Этот этап характеризуется усилением темпов водопоступления. Масса семян увеличилась на 34,3–39,5 % по сравнению с начальной сухой массой семян. За все учетное время масса семян гибридов кукурузы ТАР 349 МВ и Селест ФАО 390 возросла в 1,3–1,4 раз в зависимости от варианта опыта (см. рис. 1).

Обобщенные первичные данные и результаты их статистической обработки, касающиеся влияния препарата Циркон на интенсивность и скорость набухания семян кукурузы, приведены на рисунке 2 и в таблице 1. Анализ полученных результатов, которые содержит рисунок 2, показал стимулирующее влияние растворов регулятора роста (0,0125 %; 0,025 %; 0,05 %; 0,075 % и 0,1 %) на показатели **интенсивности набухания** семян кукурузы при сравнении с контрольными вариантами.

Так, для гибрида кукурузы ТАР 349 МВ наблюдается значительное влияние препарата в концентрации 0,05 %. При этом отмечена интенсивность набухания семян 39,4 %, что на 19,0 % больше по сравнению с контролем. Наилучшее влияние препарата Циркон на семена гибрида кукурузы Селест ФАО 390 выявлено нами при использовании концентрации 0,025 %. При этом интенсивность набухания равна 39,1 %, что превышает контрольный вариант на 18,8 %.

Статистическая обработка данных, содержащихся в таблице 1, показывает аналогичное положительное действие растворов исследуемого препарата на показатели **скорости набухания** семян кукурузы при сравнении с контрольными вариантами.

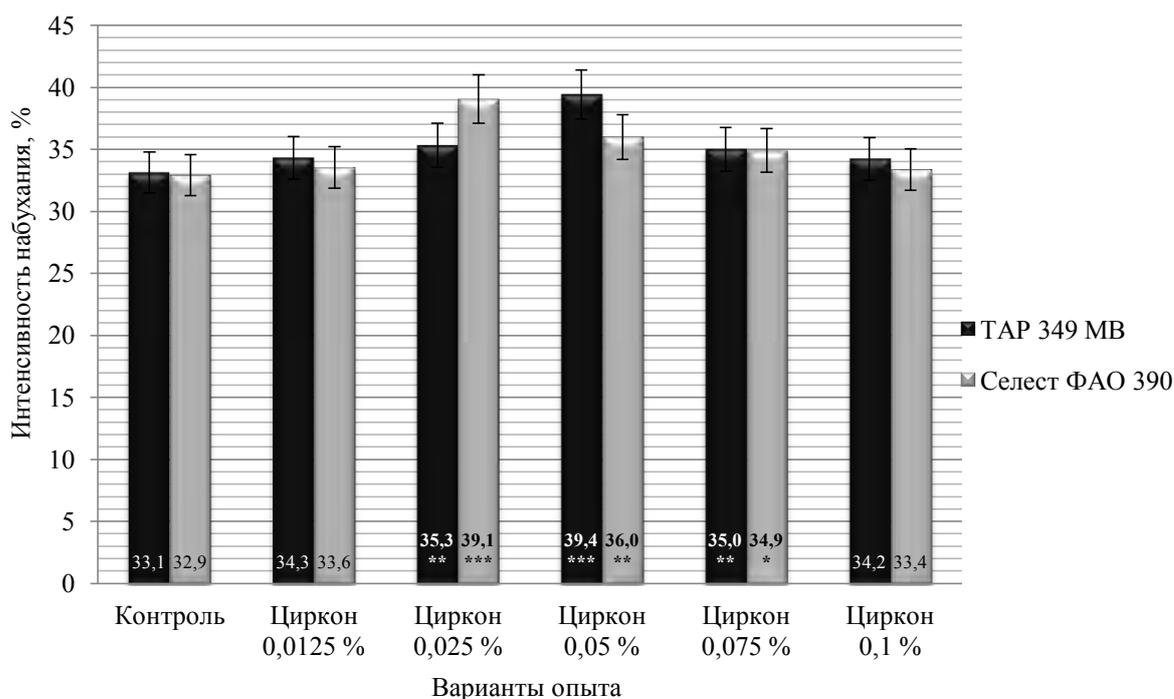


Рис. 2. Влияние препарата Циркон на интенсивность набухания семян кукурузы

* – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ по отношению к контролю.

Таблица 1

Влияние препарата Циркон скорость набухания семян кукурузы

Варианты опыта		Скорость набухания, $\text{мл} \times (\text{г} \times \text{ч})^{-1}$ $M \pm m$	Скорость набухания, % к контролю
ТАР 349 МВ	Контроль	13,80 \pm 0,16	100,0
	Циркон 0,0125 %	14,30 \pm 0,18	103,6
	Циркон 0,025 %	14,72 \pm 0,28**	106,5
	Циркон 0,05 %	16,43 \pm 0,29***	118,8
	Циркон 0,075 %	14,59 \pm 0,22**	105,8
	Циркон 0,1 %	14,27 \pm 0,30	103,6
Селест ФАО 390	Контроль	13,72 \pm 0,28	100,0
	Циркон 0,0125 %	13,98 \pm 0,25	102,2
	Циркон 0,025 %	16,28 \pm 0,35***	119,0
	Циркон 0,05 %	15,00 \pm 0,25**	109,5
	Циркон 0,075 %	14,54 \pm 0,28*	105,8
	Циркон 0,1 %	13,91 \pm 0,27	101,5

Примечание к таблице. * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$ по отношению к контролю.

В вариантах опыта с гибридом кукурузы ТАР 349 МВ наблюдается значительное влияние препарата в концентрации 0,05 %, так как скорость прорастания составила $16,4 \text{ мл} \times (\text{г} \times \text{ч})^{-1}$ – больше контроля на 18,8 %. А в вариантах опыта с гибридом кукурузы Селест ФАО 390 наилучшее влияние препарата Циркон отмечено при концентрации

0,025 %. При этом скорость набухания составляет $16,3 \text{ мл} \times (\text{г} \times \text{ч})^{-1}$, что на 19,0 % больше контроля.

Средние значения влияния регулятора роста на высоту побега 11-дневных гибридов кукурузы представлены на рисунке 3, А, а на длину корней – на рисунке 3, Б.

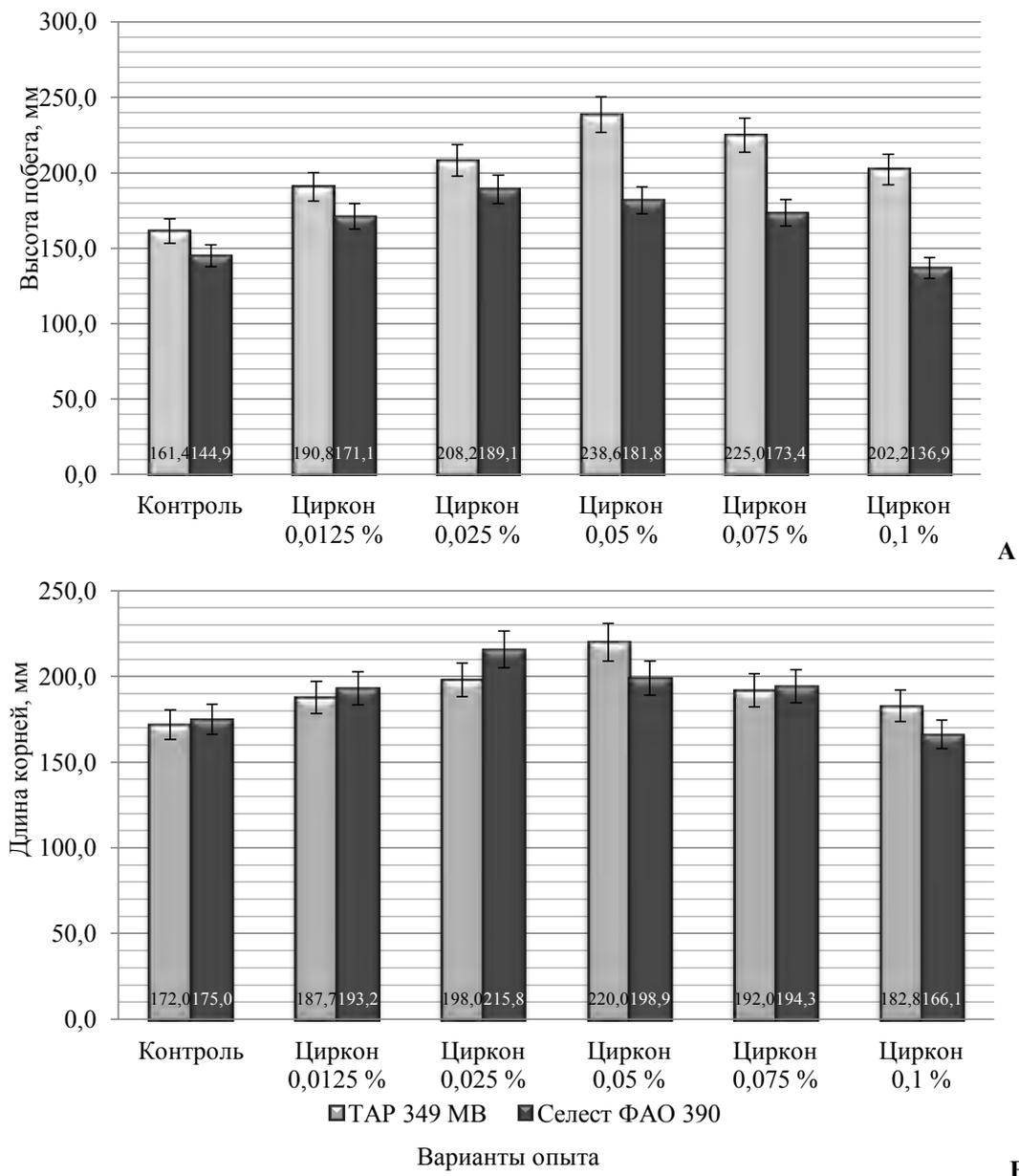


Рис. 3. Влияние препарата Циркон на линейный рост 11-дневных проростков кукурузы

А – высота побега, Б – длина корней.

Статистическая обработка полученных данных показывает достоверное стимулирующее действие регулятора роста на **высоту растений** по сравнению с контролем. При этом наблюдается достоверное сохранение различий исследуемых вариантов растворов при продлении учетного периода. Так, наилучшей стимулирующей концентрацией Циркона для роста побегов гибрида кукурузы ТАР 349 МВ является 0,05 %. Она стимулирует увеличение высоты растения на 47,8 % на 11 сутки проращивания растений.

При исследовании влияния синтетического регулятора роста на высоту побега гибрида кукурузы Селест ФАО 390, определена наилучшая концентрация, равная 0,025 %. Данная доза препарата стимулирует рост побега на 11 сутки – на 30,5 % по сравнению с контролем. При этом установлено ингибирующее действие высоких доз препарата Циркон на изучаемый показатель. Регулятор роста в концентрации 0,1 % на высоту побега у 11-дневных опытных растений гибрида кукурузы Селест ФАО 390 вызывает ингибирование ростовых процессов, высота побега у обработанных растений ниже контрольных на 5,5 %.

Статистическая обработка полученных данных, касающихся **длины корней**, подтвердила достоверные отличия данных исследуемых вариантов растворов и контроля (см. рис. 3, Б).

Выявлено стимулирующее действие растворов препарата Циркон на длину корней растений в случаях использования предпосевного замачивания в растворах регулятора роста с концентрациями 0,0125–0,075 % (для гибрида ТАР 349 МВ также 0,1 %). Наилучшее корнестимулирующее действие на гибрид кукурузы ТАР 349 МВ оказывает концентрация регулятора роста 0,05 %. Об этом свидетельствует увеличение корня на 27,9 % у 11-дневных растений кукурузы по сравнению с контролем. Для гибрида кукурузы Селест ФАО 390 наибольший корнестимулирующий эффект оказывает концентрация препарата Циркон 0,025 %. Подтверждением этого является увеличение длины корня у 11-дневных растений на 23,3 % при сравнении с контрольным вариантом.

Установлено, что с повышением дозы стимулятора роста выше оптимальной происходит снижение величины стимулирующего эффекта на корнеобразование кукурузы. Циркон в концентрации 0,1 % проявлял ингибирующее действие на показатели длины корня гибрида кукурузы Селест ФАО 390: опытные варианты ниже на 5,1 % по сравнению с контрольными.

ВЫВОДЫ

1. Процессы водопоступления в семенах кукурузы под действием регулятора роста описываются характерной трехфазной кривой, что соответствует современным представлениям о набухании семян. Использование Циркона в различных концентрациях не изменяет общей направленности процесса водопоступления, но увеличивает скорость водопоступления, которая выражается в более раннем достижении пороговых уровней, необходимых для активизации метаболических процессов семени.

2. Максимальные значения показателей интенсивности и скорости набухания семян кукурузы наблюдаются при использовании оптимальной концентрации регулятора роста 0,05 % для семян гибрида кукурузы ТАР 349 МВ, а для семян гибрида кукурузы Селест ФАО 390 – Циркон 0,025 %. Более низкие и более высокие концентрации также оказывают стимулирующее влияние на данные показатели, но их действие в меньшей степени стимулирует процесс прорастания семян кукурузы.

3. Раннее набухание и прорастание семян кукурузы влияет на повышение темпа линейного роста растения в целом. Под действием оптимальных концентраций Циркона увеличивается высота опытных растений *Zea mays*, CV / ТАР 349 и *Zea mays*, CV / Селест ФАО в среднем на 30,5–47,8 %, длина корней – на 23,3–27,9 % у опытных растений по сравнению с контрольными.

Список литературы

- Аскоченская Н. А. Водный режим семян // Матер. Всесоюз. симпозиума «Регуляция водного обмена растений». – К.: Наукова думка, 1984. – С. 42–44.
- Вальтер О. А., Пиневич Л. М., Варасов Н. Н. Практикум по физиологии растений с основами биохимии. – М.: Гос. изд-во сельскохоз. лит-ры, 1959. – 258 с.
- Исайчев В. А., Музурова О. Г. Физиолого-биохимические процессы в прорастающих семенах озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки росторегуляторами и микроэлементами // Матер. научно-практической конференции «Молодежь и наука XXI века». – Ульяновск, 2006. – С. 60–66.

Карпова Г. А. Оптимизация продукционного процесса агрофитоценозов проса, яровой пшеницы и ячменя при использовании регуляторов роста и бактериальных препаратов в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. на соискание научн. степени доктора с-х. наук. – Пенза, 2009. – 52 с.

Кирсанова Е. В. Экологические аспекты применения биопрепаратов на зернобобовых и крупяных культурах // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Пути повышения эффективности сельскохозяйственной науки». – Орел, 2003. – С. 101–110.

Малеванная Н. Н. Взрывной темперамент Циркона на службе растений // Новый садовод и фермер. – 2001. – № 1. – С. 45–47.

Малеванная Н. Н. Препарат Циркон – иммуномодулятор нового типа // Научно-практическая конференция «Применение препарата Циркон в производстве сельскохозяйственной продукции». – М., 2004. – С. 17–20.

Малеванная Н. Н. Ростостимулирующая и иммуномодулирующая активности природного комплекса гидроксикоричных кислот (препарат Циркон) // IV Международная научная конференция «Регуляция роста, развития и продуктивности растений». – Минск, 2005. – С. 141.

Морозов В. И. Дифференциация систем земледелия и их практическое освоение в лесостепи Поволжья // Дифференциация систем земледелия и плодородие чернозема лесостепи Поволжья. – Ульяновск, 1996. – С. 12–31.

Полевой А. Н., Синицына В. В. Моделирование развития зерновых культур на ранних этапах онтогенеза и формирования всходов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2013. – Т. 25. – С. 265–288.

Протасов К. В. Статистический анализ экспериментальных данных. – М.: Мир. 2005. – 232 с.

Прусакова Л. Д., Малеванная Н. Н., Белоухов С. Л., Вакуленко В. В. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами // Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 76–86.

Собчук Н. А., Чмелева С. И. Влияние предпосевной обработки препаратом Циркон на митотическую активность апикальной меристемы корней кукурузы // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2015. – Т. 1 (67), № 1. – С. 107–114.

Ткачук О. А., Павликова Е. В., Орлов А. Н. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья // Молодой ученый. – 2013. – № 4. – С. 677–679.

Чмелева С. И., Кучер Е. Н., Дашкевич Ю. О., Ситник М. И. Влияние препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы на начальных этапах онтогенеза // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2013. – Т. 26 (65), № 4. – С. 188–195.

Чмелева С. И., Кучер Е. Н., Дашкевич Ю. О., Ситник М. И. Влияние препарата Циркон на рост и развитие растений кукурузы на начальных этапах онтогенеза в условиях почвенной засухи // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2014. – Т. 27 (66), № 1. – С. 223–231.

Чмелева С. И., Кучер Е. Н., Ситник М. И. Стимулирующее влияние препарата Циркон на прорастание семян гороха // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Сер. «Биология, химия». – 2015. – Т. 1 (67), № 1. – С. 174–182.

Шевелуха В. С., Ковалев В. М., Груздев Л. Г. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – № 9. – С. 57–65.

Собчук, Н. А. Вплив препарату Циркон на проростання насіння гібридів кукурудзи // Екосистеми. 2015. Вип. 4 (34). С. 45–51.

Наведено результати дослідження впливу препарату Циркон на проростання насіння рослин кукурудзи. Вперше отримані дані про вплив даного регулятора росту на проростання насіння гібридів кукурудзи ТАР 349 МВ та Селест ФАО 390. Результати роботи мають теоретичну та практичну цінність, так як поглиблюють знання щодо дії синтетичного регулятора росту нового покоління на сільськогосподарські рослини, що дозволяє рекомендувати до застосування його в практиці вирощування рослин кукурудзи.

Ключові слова: кукурудза, Циркон, проростання, інтенсивність проростання, швидкість проростання, висота рослини, довжина коренів.

Sobchuk, N.A. Influence by the preparation Zircon on the germination of seeds of hybrid corn // Ekosystemy. 2015. Iss. 4 (34). P. 45–51.

Presents the results of research the influence of the preparation Zircon on the germination of seeds of maize plants. For the first time to obtain data on the impact of this growth regulator on seed germination of maize hybrids TAR 349 MB and Celeste FAO 390. The results are of theoretical and practical value, since the deepening of knowledge on the effects of synthetic growth regulator of a new generation of agricultural plants, which can be recommended to use it in practice the cultivation of maize plants.

Key words: corn, Zircon, germination, germination intensity, rate of germination, height of plant, length of roots.

Поступила в редакцію 09.12.2015 г.