

УДК 631.53.027: 631.811.98

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕПАРАТА ЦИРКОН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ХОЛОДОУСТОЙЧИВОСТИ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM* L.).

Чмелёва С. И., Кучер Е. Н., Соловей Я. Н.

<sup>1</sup>Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: schmeleva@mail.ua

Показано повышение устойчивости пшеницы сорта Трипольская к действию низких положительных температур на ранних этапах онтогенеза под влиянием обработки семян препаратом Циркон. Установлено, что предпосевная обработка регулятором роста повышает энергию прорастания и всхожесть семян.

Использование препарата Циркон приводит к увеличению значений морфометрических показателей растений на ранних этапах онтогенеза как в оптимальных температурных условиях ( $t=+22\text{--}+24^\circ\text{C}$ ), так и в условиях температурного стресса ( $t=+4^\circ\text{C}$ ). Наиболее выраженный стимулирующий эффект при различных температурных режимах выращивания оказывает концентрация раствора регулятора роста, равная 0,1 мг/л.

**Ключевые слова:** пшеница, препарат Циркон, энергия прорастания, всхожесть, морфометрические параметры, холодоустойчивость.

### ВВЕДЕНИЕ

Пшеница (*Triticum aestivum* L.) во многих странах мира является основной зерновой культурой. Ни один злак не имеет столько видов и сортов, как пшеница. Создание новых высокопродуктивных сортов озимой пшеницы – основное направление селекции этой культуры. Важным фактором снижения урожайности озимой пшеницы в Крыму служат сложные осенне-зимние условия. Даже холодоустойчивые формы могут сильно поредеть или погибнуть. В отдельные годы уничтожается до 70 % посевов на больших площадях.

Одним из важнейших периодов в развитии озимой пшеницы являются ранние фазы онтогенеза (от начала прорастания до кушения). Это период формирования главных органов озимого растения и подготовки к зиме [1]. В то же время характерной особенностью природных условий Республики Крым являются частые резкие перепады температур на этом этапе развития растений.

Для ослабления отрицательных влияний низких температур в сельскохозяйственной практике используют различные приемы, но они не всегда бывают эффективными в плане продуктивности и качества, а также экономической целесообразности [2]. В ряде работ было показано положительное влияние обработки растений синтетическими регуляторами роста [3–5].

К таким препаратам относится Циркон, созданный на основе гидроксикоричных кислот, выделенных из эхинацеи пурпурной (*Echinacea*

*purpurea* L.). Циркон разработан фирмой ННПП «НЭСТ М», зарегистрирован Госхимкомиссией и внесен в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, допущенных к применению на территории РФ в 2001 году [6, 7]. По эффективности и экологической безопасности Циркон отвечает мировым стандартам [8]. Результатом применения становится активизация фитогормонов, улучшение посевных качеств семян, повышение устойчивости растения к стрессовым условиям внешней среды, и, как следствие, повышение урожайности культур [9–11].

Целью проведенного нами исследования явилось изучение влияния препарата Циркон на рост и развитие озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L. CV /Трипольская/) на ранних этапах онтогенеза в различных температурных условиях.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования использовались семена и растения пшеницы озимой сорта Трипольская (*Triticum aestivum* L. CV 'Трипольская'). Отобранные по средним размерам и протравленные в слабом растворе перманганата калия, семена замачивали в водных растворах препарата Циркон (0,025 мг/л, 0,05 мг/л, 0,1 мг/л и 0,2 мг/л) в течение 4 часов, а затем помещали в термостат типа ТС-80-М-2 для проращивания в темноте при +25°C. Для сравнения использовались семена, замоченные в водопроводной воде. Проросшие семена высаживались в стеклянные сосуды емкостью 0,5 л, заполненные питательной смесью Прянишникова. С целью изучения влияния препарата Циркон на прорастание семян и изменение морфометрических параметров пшеницы в оптимальных температурных условиях растения выращивались в водной культуре при естественном освещении при температуре от +22 до +24°C в течение 21 суток. На 3-и и 7-е сутки определялась соответственно энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян, а у 14–21-дневных растений устанавливалась величина морфометрических показателей (высота растений, длина корней, масса сырого и сухого вещества, площадь листовой поверхности) по общепринятым в физиологии растений методикам [12].

При изучении влияния препарата Циркон на устойчивость пшеницы к действию низких положительных температур растения выращивали в водной культуре при температуре от +22 до +24°C в течение 7 суток, далее помещали на 20 часов в холодильную камеру (t=+4°C), а затем возвращали в нормальные условия и выращивали в водной культуре [5]. У 14–21-дневных растений измеряли значения морфометрических параметров. Использовано два контрольных варианта: контроль 1 – семена замачивали в отстоянной водопроводной воде, растения выращивали в нормальных температурных условиях; контроль 2 – семена замачивали в отстоянной водопроводной воде, растения подвергались действию низкой положительной температуры. Полученные экспериментальные данные обработаны с помощью методов математической статистики [13].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основными показателями, определяющими жизнеспособность будущих проростков, является энергия прорастания и всхожесть семян. Результаты

исследования по изучению влияния различных концентраций препарата Циркон на посевные качества семян пшеницы сорта Трипольская приведены в таблице 1.

**Таблица 1**

**Влияние предпосевной обработки препаратом Циркон на посевные качества семян пшеницы сорта Трипольская**

Варианты опыта	Посевные качества семян ( $\bar{x} \pm S_x$ )	
	энергия прорастания, в % к контролю 1	лабораторная всхожесть, в % к контролю 1
Циркон 0,025 мг/л	168,9 $\pm$ 1,8**	159,6 $\pm$ 3,6**
Циркон 0,05 мг/л	170,5 $\pm$ 2,1**	144,1 $\pm$ 3,4**
Циркон 0,1 мг/л	165,5 $\pm$ 2,2**	151,7 $\pm$ 2,9**
Циркон 0,2 мг/л	80,5 $\pm$ 1,1*	107,6 $\pm$ 2,4 <sup>н/д</sup>

*Примечание к таблице:* звездочками отмечены достоверные различия по сравнению с контролем при \*P $\leq$ 0,05, \*\*P $\leq$ 0,01, \*\*\*P $\leq$ 0,001; н/д – разница недостоверна.

Анализ полученных данных показал, что предпосевная обработка пшеницы используемыми концентрациями регулятора роста оказала различное влияние на энергию прорастания семян. Воздействие на семена растворами Циркона концентрацией 0,025, 0,05 и 0,1 мг/л привело к увеличению значений показателя на 65–70 % по сравнению с контролем. Обработка семян раствором в концентрации 0,2 мг/л ингибировала процесс прорастания семян на 3-и сутки (значение показателя снизилось на 19 %).

Так же как и на энергию прорастания, значимое влияние на всхожесть пшеницы оказала обработка семян регулятором роста в концентрациях 0,025, 0,05 и 0,1 мг/л, повышая величину показателя. Наилучшие результаты были получены под воздействием на растения препарата в концентрации 0,025 мг/л. Всхожесть увеличилась на 59,6 % по сравнению с контролем.

В результате изучения особенностей влияния препарата Циркон на морфометрические параметры растений пшеницы в оптимальных температурных условиях было установлено, что наиболее выраженное стимулирующее воздействие на всем протяжении исследования имела предпосевная обработка семян раствором в концентрации 0,1 мг/л. Высота побегов 21-дневных растений в этом варианте опыта превышает контроль на 20 %, длина корневой системы – на 38 %, площадь листовой поверхности – на 21 %, масса сырого вещества – на 40 %, масса сухого вещества побегов – на 38 %, масса сухого вещества корней – на 44 % (рис. 1).

Предпосевная обработка Цирконом оказала наиболее выраженное влияние на линейные размеры и прирост массы сухого вещества корневой системы по сравнению с побегом. Данный факт может быть объяснен особенностями механизма физиологического действия гидроксикоричных кислот, которые способны ингибировать активность ауксиноксидазы, в результате происходит активизация действия ауксина, что, в свою очередь, непосредственно вызывает повышение корнеобразования.

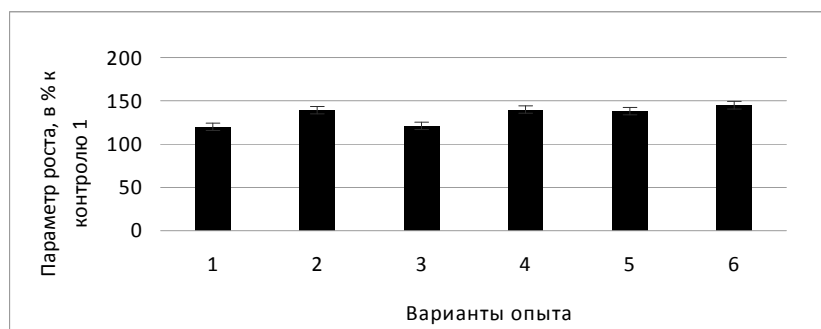


Рис. 1. Влияние препарата Циркон (0,1 мг/л) на морфометрические параметры 21-дневных растений в оптимальных температурных условиях (+22–24 °С): 1 – высота побега; 2 – длина корневой системы; 3 – площадь листовой поверхности; 4 – масса сырого вещества растения; 5 – масса сухого вещества побега; 6 – масса сухого вещества корневой системы.

Изучение влияния действия низких положительных температур на устойчивость 7-дневных растений позволило установить, что у растений, подвергшихся действию температуры +4°С (контроль 2), на 21-е сутки развития установлена четкая тенденция к снижению величины параметров роста по сравнению с контрольными, выращенными при оптимальной температуре (контроль 1) (рис. 2).

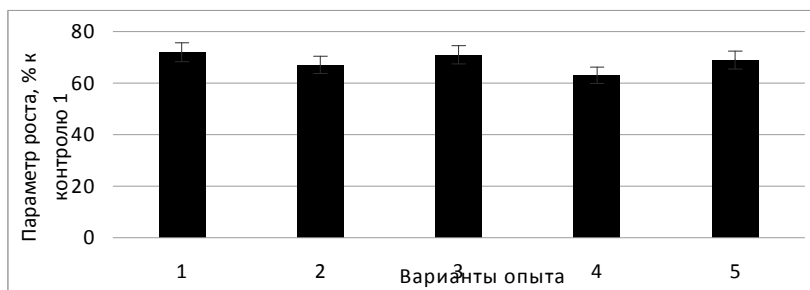


Рис. 2. Влияние препарата Циркон (0,1 мг/л) на морфометрические параметры 21-дневных растений после 20-часового воздействия низкой положительной температуры (+4°С): 1 – высота побега; 2 – длина корневой системы; 3 – площадь листовой поверхности; 4 – масса сырого вещества растения; 5 – масса сухого вещества растения.

Использование регулятора роста Циркон при предпосевной обработке пшеницы привело в условиях холодового стресса к повышению значений всех исследуемых параметров у опытных растений по сравнению с подвергшимися действию низких температур контрольными (табл. 2). Положительное влияние предпосевной обработки на устойчивость растений оказали все исследуемые концентрации регулятора роста. Наиболее эффективное воздействие оказала

концентрация раствора препарата, равная 0,1 мг/л. Под влиянием обработки семян раствором этой концентрации высота побегов увеличилась по сравнению с контролем 2 на 28 %, длина корневой системы – на 35 %, площадь листовой поверхности – на 31 %, масса сырого вещества – на 47 %, а масса сухого вещества – на 38 %.

Таблица 2

**Влияние предпосевной обработки препаратом Циркон на морфометрические параметры пшеницы сорта Трипольская на фоне действия низких положительных температур**

Варианты опыта	Морфометрические параметры, % от контроля 1 ( $\bar{x} \pm S_x$ )				
	высота побега	длина корневой системы	площадь листовой поверхности	масса сырого вещества	масса сухого вещества
Контроль 2	73,4±3,4	65,9±2,2	72,4±3,1	64,2±2,5	69,4±2,4
Циркон 0,025 мг/л	80,1±3,3 <sup>н/д</sup>	74,1±3,1 <sup>*</sup>	80,7±3,3 <sup>н/д</sup>	69,9±3,2 <sup>н/д</sup>	78,9±3,6 <sup>*</sup>
Циркон 0,05 мг/л	85,4±3,6 <sup>*</sup>	78,3±3,1 <sup>**</sup>	86,4±3,6 <sup>**</sup>	85,3±3,1 <sup>**</sup> *	88,2±3,4 <sup>**</sup> *
Циркон 0,1 мг/л	94,1±4,6 <sup>***</sup>	89,1±4,5 <sup>***</sup>	94,5±4,0 <sup>***</sup>	94,5±4,1 <sup>***</sup>	95,8±4,2 <sup>***</sup>
Циркон 0,2 мг/л	90,5±4,2 <sup>***</sup>	85,0±4,1 <sup>***</sup>	89,9±4,1 <sup>***</sup>	86,2±4,2 <sup>***</sup>	84,7±4,2 <sup>***</sup>

*Примечание к таблице:* звездочками отмечены достоверные различия по сравнению с контролем при \*P≤0,05, \*\*P≤0,01, \*\*\*P≤0,001; н/д – разница недостоверна.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований нами были сделаны следующие выводы:

1. Предпосевная обработка препаратом Циркон стимулирует прорастание и ростовые процессы пшеницы сорта Трипольская.
2. Оптимальной концентрацией препарата Циркон, стимулирующей рост и развитие растений пшеницы как в оптимальных температурных условиях, так и в условиях температурного стресса, является концентрация, равная 0,1 мг/л.
3. Предпосевная обработка семян препаратом Циркон повышает устойчивость пшеницы сорта Трипольская к действию низких положительных температур.

Список литературы

1. Туманов И. И. Физиология закаливания и морозостойкости растений / Туманов И. И. — М.: Наука, 1979. — 350 с.
2. Деева В. А. Избирательное действие химических регуляторов роста / Деева В. А., Шелег З. И., Санько Н. В. — Минск: Наука и техника, 1988. — 255 с.
3. Лукаткин А. С. Влияние препарата цитодеф на рост и холодоустойчивость теплолюбивых растений / А. С. Лукаткин, О. В. Овчинникова // *Агрехимия*. — 2009. — № 12. — С. 45–53.
4. Лукаткин А. С. Экзогенные регуляторы роста как средство повышения холодоустойчивости теплолюбивых растений / А. С. Лукаткин, О. А. Зауралов // *Агрехимия*. — 2009. — № 6. — С. 20–22.
5. Лукаткин А. С. Влияние тиазурана на устойчивость проростков огурца к стрессовым факторам / А. С. Лукаткин, М. И. Старкина // *Агрехимия*. — 2011. — № 10. — С. 31–38.
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. 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.
8. Серёгина И. И. Влияние циркона на повышение устойчивости пшеницы к солям тяжёлых металлов. / И. И. Серёгина // Тез. докл. научн.-практ. конф. «Применение препарата циркона в с/хозяйстве». — М., 2004. — С. 9–10.
9. 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 им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. — 2013. — Т. 26 (65), № 4. — С. 188–195.
10. 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, М. И. Ситник // Ученые записки Таврического национального университета имени В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. — 2014. — Т. 27 (66), № 1. — С. 223–231
11. Цыганов А. Р. Результаты испытания новых регуляторов роста на зерновых культурах надерново-подзолистых почвах. / А. Р. Цыганов, И. Р. Вильдфлуш, А. С. Мастеров // Тез. докл VI Межд. конф. «Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях». — М., 2001. — С. 290.
12. Третьякова Н. Н. Практикум по физиологии растений / Третьякова Н. Н. — М.: Колос, 2003. — 161 с.
13. Лакин Г. Ф. Биометрия. / Лакин Г. Ф. — М.: Высшая школа, 1990. — 352 с.

USE OF DRUG ZIRCON FOR INCREASING OF LOW-TEMPERATURE RESISTANCE OF WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

*Chmeleva S. I., Kucher E. N., Solovey Y. N.*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation  
E-mail: schmeleva@mail.ua*

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is the main cereal in many countries. Difficult autumn-winter conditions are an important factor in the reduction of winter wheat crop yield in Crimea. In some years, 70 % of crops are destroyed over large areas. The most important periods in the development of winter wheat are the early phases of ontogenesis (from the beginning of germination to tillering). It is the period of formation of the principal organs of winter plants and preparation for winter. But one of the peculiarities of natural

environment in the Republic of Crimea is frequent abrupt temperature changes at this stage of plant development.

In order to mitigate the negative effects of low temperatures in the agricultural practice various techniques are used, including cultivation of plants with synthetic growth regulators. These drugs include Zircon, created on the basis of hydroxycinnamic acids, extracted from *Echinacea purpurea* (*Echinacea purpurea* L.). The result of this application is activation of phytohormones, improved sowing qualities of seeds, increase of plants resistance to stressful environmental conditions, and as a result, increase of crop yields.

The purpose of our study was to investigate the influence of the drug Zircon on growth and development of winter wheat (*Triticum aestivum* L. CV /Tripolskaya/) in the early stages of ontogenesis in different temperature conditions. The seeds of average size were treated in weak solution of potassium permanganate and then soaked in aqueous solution of Zircon (0.025 mg/l, 0.05 mg/l 0.1 mg/l and 0.2 mg/l) for 4 hours, after that they were placed in a thermostat TS-80 M-2 for germination in the dark at +25° C. For comparison, we used also the seeds soaked in tap water. Germinated seeds were planted in glass 0.5 liter jars, filled with Pryanishnikov nutrient mixture. To establish the characteristic effect of the drug Zircon on germination of wheat and morphometric parameters in optimum temperature conditions, the plants were grown in aqueous culture under natural light at a temperature from +22 to +24° C for 21 days. On the 3rd and 7th days we determined, respectively, energy of sprouting and laboratory seed germination, and on 14–21days – value of morphometric parameters (plant height, root length, weight of wet and dry matter, leaf surface area) according to generally accepted methods in plant physiology.

In studying the effect of Zircon on wheat resistance to low positive temperature, the plants were grown in aqueous culture at a temperature from +22 to +24° C for 7 days, then placed for 20 hours in the refrigerator compartment (t =+4° C) and then returned to normal conditions and cultivated in an aqueous culture. 14–21-day-old plants were measured for morphometric parameters. Two control options were used: control 1: the seeds were soaked in settled tap water, the plants were grown in normal temperature conditions; control 2: seeds were soaked in settled tap water, plants were exposed to low positive temperatures.

It has been found that Tripolskaya wheat has an increased resistance to the low positive temperatures during the early stages of ontogenesis under the influence of seed treatment with Zircon. It was shown that pre-sowing treatment with growth regulator increases energy of sprouting and seed germination.

Use of the drug Zircon leads to an increase of morphometric indices of plants in the early stages of ontogenesis both in optimum temperature conditions (t= +22–+24° C) and under conditions of thermal stress (t=+4° C). The most pronounced stimulatory effect for growing at various temperature regimes was made by solution concentration of growth regulator equal 0.1 mg/l.

**Keywords:** wheat, drug Zircon, energy of sprouting, germination, morphometric parameters, resistance to cold.

### References

1. Tumanov I. I., *Physiology of tempering and frost resistance*, 350 p. (Nauka, Moscow, 1979).
2. Deeva V. A., Sheleg Z. I. and Sanko N. V., *Selective action of chemical growth regulators*, 255 p. (Science and Technology, Minsk, 1988).
3. Lukatkin A. S. and Ovchinnikov O. V., Influence of drug Tsitodef on growth and cold resistance of heat-loving plants, *Agrochemistry*, **12**, 45 (2009).
4. Lukatkin A. S. and Zauralov O. A., Exogenous growth regulators as a means to improve cold resistance of heat-loving plants, *Agrochemistry*, **6**, 20 (2009).
5. Lukatkin A. S. and Starkin M. I., Influence of tiazuron on the stability to stress factors of cucumber seedlings, *Agrochemistry*, **10**, 31 (2011).
6. Malevannaya N. N., Drug Zircon – a new type of immune modulator, *Abstracts of scientific-practical conference "The use of Zircon product in the production of agricultural products"* (Moscow, 2004), p. 17.
7. Malevannaya N. N., Zircon – a new stimulator of growth and development of plants, *Abstracts of VI International Conference "Growth regulators and plant development in biotechnology"* (Moscow, 2001), p. 163.
8. Seregina I. I., Influence of Zircon on improving wheat resistance to salts of heavy metals, *Abstracts of scientific-practical conference. "The use of the drug Zircon in agriculture"* (Moscow, 2004), p. 9.
9. Chmeleva S. I., Kucher E. N., Dashkevich Yu. O. and Sitnik M. I., Effect of the drug Zircon on growth and development of corn plants in the early stages of ontogenesis, *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University*, Series: Biology, Chemistry, T. 26 (65), **4**, 188 (2013).
10. Chmeleva S. I., Kucher E. N., Dashkevich Yu. O. and Sitnik M. I., Effect of the drug Zircon on growth and development of corn plants in the early stages of ontogenesis in conditions of drought, *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University*, Series: Biology, Chemistry, T. 27 (66), **1**, 223 (2014).
11. Tsyganov A. R., Vildflush I. R. and Masterov A. S Test results of new growth regulators on cereals of sod-podzolic soils, *Abstracts of International Conference "Plant growth regulators and development in biotechnology"* (Moscow, 2001), p. 290.
12. Tretyakov H. H, *Workshop on Plant Physiology*, 161 p. (Kolos, Moscow, 2003).
13. Lakin G. F., *Biometrics*, 352 p. (Higher School, Moscow, 1990).