

УДК 631.53.027:631.811.98

СТИМУЛИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ЦИРКОН НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ГОРОХА

Чмелева С. И., Кучер Е. Н., Ситник М. И.

*Таврическая академия КФУ имени В.И. Вернадского, Симферополь, Республика Крым,
Россия*

E-mail: schmeleva@mail.ua

Приведены результаты исследования влияния различных концентраций препарата Циркон на посевные качества и прорастание семян гороха сорта Мадонна. Установлено, что предпосевная обработка препаратом стимулирует прорастание семян, при этом возрастает энергия прорастания, всхожесть и увеличиваются значения степени, интенсивности и скорости набухания. 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 0,075 мг/л.

Ключевые слова: регуляторы роста, Циркон, посевные качества семян, набухание семян, горох.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в Республике Крым в связи с возрастающим антропогенным воздействием актуальной является проблема устойчивости культурных растений к недостаточному водообеспечению. В условиях пониженной почвенной влажности происходят значительные и постепенно усиливающиеся изменения большинства физиологических процессов в организме растений.

Первым критическим периодом в жизненном цикле растений является развитие от посева до всходов. От условий его протекания зависит всё дальнейшее вегетативное и репродуктивное развитие и, в конечном итоге, формирование урожая [1]. Водопоступление и идущее на его фоне набухание семени – это пусковые процессы, происходящие при прорастании. Значение воды на этом этапе жизни растения заключается в общей активизации метаболизма, при этом происходит высвобождение веществ из связанных форм [2].

Горох (*Pisum sativum* L.) – основная зернобобовая культура в нашей стране. В связи с тем, что горох достаточно требователен к водному режиму, его урожайность в значительной степени зависит от условий водообеспечения. Низкая продуктивность культуры обусловлена главным образом физиологическими причинами: высокой чувствительностью к дефициту влаги при набухании семян и прорастании, медленным начальным ростом [3].

В последние годы в сельскохозяйственной практике широко применяются многочисленные регуляторы роста растений, использование которых направлено как на увеличение урожая, так и на повышение устойчивости растительного

организма к экстремальным условиям окружающей среды [4]. Особое внимание уделяется экологическим аспектам применения препаратов, которые, как правило, являются малотоксичными соединениями с невыраженной видовой чувствительностью, слабой кумулятивностью, широким спектром биологического действия [5]. При этом, будучи естественными соединениями, они непосредственно включаются в метаболизм растений, не оказывая вредного влияния на почву и окружающую среду [6].

Всеми перечисленными свойствами обладает препарат нового поколения Циркон. Его действующим веществом является смесь гидроксикоричных кислот (ГКК), получаемых из растительного сырья эхинацеи пурпурной (*Echinacea purpurea* L.) [7]. ГКК относятся к обширному классу фенольных соединений, повсеместно распространенных в растениях [8]. Биологическая активность Циркона в значительной степени обусловлена антиоксидантными свойствами, характерными для фенольных соединений. 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].

Целью настоящей работы явилось изучение особенностей влияния препарата Циркон на посевные качества и прорастание семян гороха сорта Мадонна.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования использовались семена гороха посевного (*Pisum sativum* L. CV 'Мадонна'). 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; 0,075 мг/л; 0,1 мг/л), закладывали на фильтровальную бумагу в кюветы для прорастания. Для сравнения использовались семена, замоченные в отстоянной водопроводной воде. Кюветы находились в термостате типа ТС-80М-2. Температура поддерживалась на уровне +20°C.

Энергию прорастания и лабораторную всхожесть определяли согласно требованиям ГОСТ 12038-84. Степень набухания – по У. Руге в изложении О.А. Вальтера и др. [12]. Для определения степени набухания навески семян в воздушно-сухом состоянии помещали в химические стаканы объемом 200 мл и заливали растворами регулятора роста (100 мл) согласно схеме опыта. Через каждые 60 минут в течение 24 часов семена извлекали, быстро обсушивали фильтровальной бумагой, взвешивали и рассчитывали степень набухания. Об интенсивности набухания семян судили по изменению массы семян в процессе проращивания. Расчет производился по формуле [13]:

$$\Delta M = (M_k - M_c) / M_c * 100 \%,$$

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 [14]:

$$C_{\text{кн}} = (M_{\text{к}} - M_{\text{н}}) / (M_{\text{н}} \times \Delta t) \times 1000$$

где:

$C_{\text{кн}}$ – скорость набухания семян, $\text{мг} \times (\text{г} \times \text{ч})^{-1}$;

$M_{\text{к}}$ – масса семян на конец учетного периода, г;

$M_{\text{н}}$ – масса семян варианта опыта на начало учетного периода, г;

Δt – продолжительность учетного периода, г;

1000 – коэффициент перевода массы из г в мг.

Морфометрические параметры оценивали по стандартным методикам [15].

Статистическая обработка результатов проведена с использованием коэффициента Стьюдента [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Прорастание семян – сложный и обуславливаемый влиянием комплекса разнообразных факторов период в жизни растительного организма. Начальные фазы этого периода сопровождаются процессами, эффективность которых характеризует посевные качества семян и определяет состояние формирующихся проростков [17]. Среди посевных качеств семян важную роль играют энергия прорастания и лабораторная всхожесть.

Результаты исследований по изучению влияния препарата Циркон на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян гороха приведены на рисунке 1.

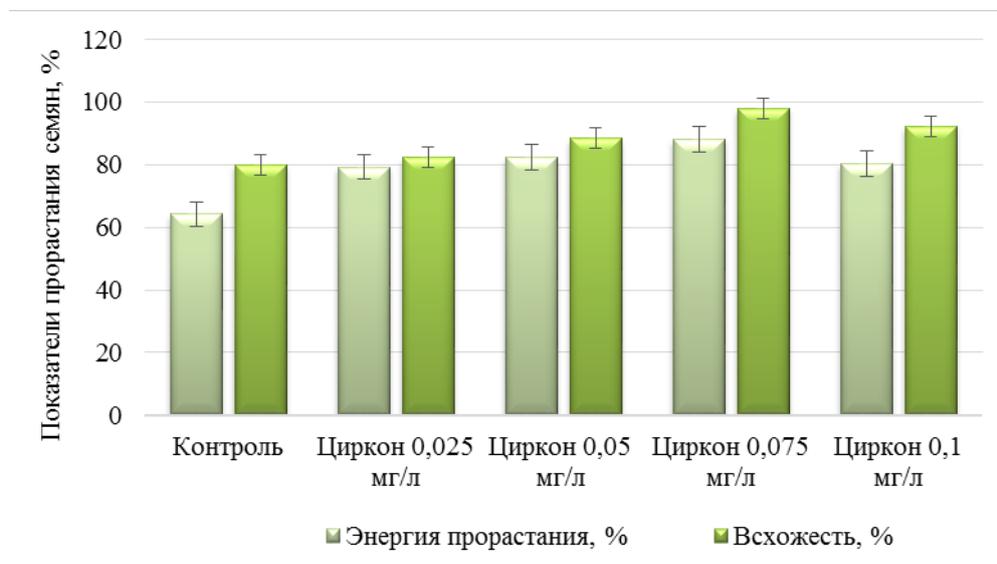


Рис. 1. Влияние препарата на энергию прорастания и всхожесть семян гороха.

Полученные нами данные свидетельствуют, что все используемые концентрации синтетического регулятора роста оказывали стимулирующее действие на прорастание семян гороха. В контрольном варианте энергия прорастания составила 64,2 %, а всхожесть – 80,4 %. Наилучшие результаты были получены под действием препарата Циркон в концентрации 0,075 мг/мл. Величина показателей достигала соответственно 88,2 % и 98,0 %, что на 37,8 % и 21,9 % выше, чем в контроле (см. рис. 1).

Известно, что семена, находящиеся в состоянии вынужденного покоя, в период прорастания проходят три этапа: активация метаболизма; подготовка к началу роста растяжением; собственно, рост органов проростка.

На первом этапе – этапе гидратации – гидрофобные частицы спонтанно притягивают воду. Этот процесс сопровождается переходом в активное состояние ферментов, витаминов, регуляторов роста, что обеспечивает мобилизацию запасных питательных веществ путем их гидролиза и поступление растворимых веществ к точкам роста. Поэтому быстрота и степень набухания семян связаны с пробуждением зародыша к активной жизнедеятельности [17–19].

Нами проведено изучение особенностей влияния обработки семян гороха препаратом Циркон на степень их набухания при прорастании. В результате было установлено, что процессы водопоступления в семенах гороха соответствуют классическим представлениям и характеризуются наличием кривой набухания, имеющей S-образный вид (рис. 2).

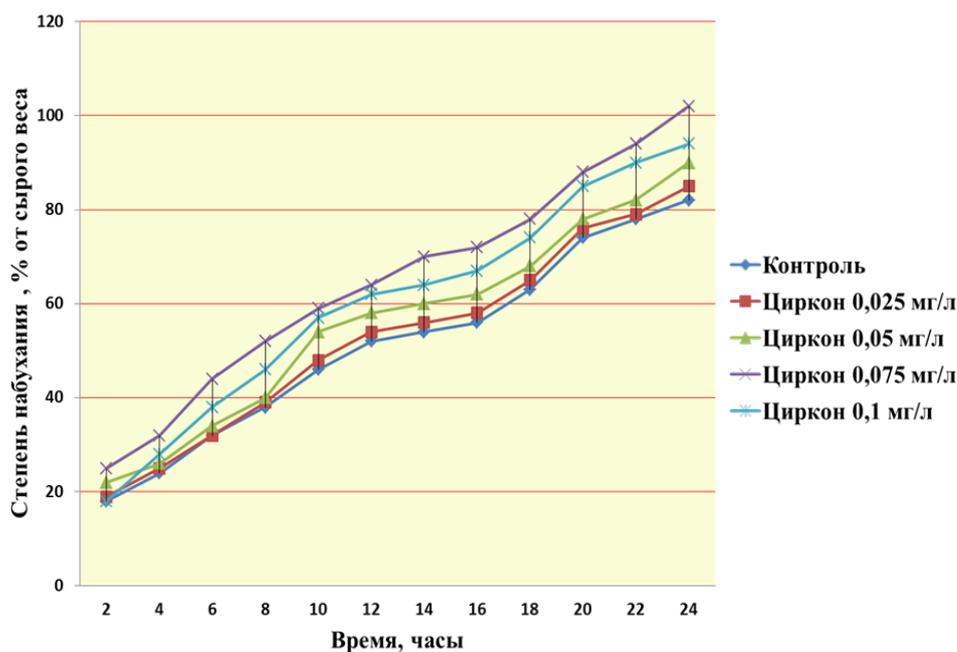


Рис. 2. Влияние препарата на степень набухания семян гороха при прорастании.

Показано, что под действием препарата Циркон происходило увеличение степени набухания семян гороха по сравнению с контролем в течение всего периода измерений.

Наиболее интенсивное набухание отмечалось в первые 4–8 часов замачивания семян. К этому моменту семена гороха достигали уровня 38,0–52,0 % влажности во всех опытных вариантах и контроле. Наивысшие результаты были получены при предпосевном замачивании в растворе регулятора роста концентрацией 0,075 мг/л. Влажность семян на 26,0–36,8 % превышала значения показателя в контрольном варианте.

Примерно через 12 часов после замачивания (второй этап прорастания – подготовка к растяжению клеток) наблюдался лаг-период, в течение которого скорость поглощения кислорода и воды, а также уровень АТФ у всех исследуемых вариантов не изменялись. Разница в величине показателя между контрольными и опытными вариантами сохранялась. Лаг-период в этом случае может рассматриваться как время, в течение которого первичный стимул (вода) вызывает ответную метаболическую реакцию и активацию или синтез факторов прорастания (гормонов) [17, 20].

Следующая за лаг-периодом фаза (16–20 часов после намачивания) характеризовалась повторным увеличением темпов водопоступления, однако степень набухания возрастала не так значительно, как на первых этапах поглощения воды семенем. К этому моменту семена гороха в контроле и всех опытных вариантах достигали уровня влажности 74,1–88,3 %. Под действием препарата Циркон были получены результаты, превышающие величину показателя в контроле на 2,7–18,9 % (см. рис.3).

Установлено, что в ходе исследования масса испытуемых семян увеличилась в 1,8–2,1 раза в зависимости от варианта опыта. Результаты изучения влияния регулятора роста на интенсивность и скорость набухания семян представлены в таблице.

Таблица

Влияние препарата Циркон на интенсивность и скорость набухания семян гороха ($\bar{x} \pm S_x$)

Варианты опыта	Интенсивность набухания, %	Скорость набухания, $\text{мг} \times (\text{г} \times \text{ч})^{-1}$
Контроль	82,0±1,90	34,2±0,41
Циркон 0,025 мг/л	85,0±2,42	35,4±0,52
Циркон 0,05 мг/л	89,9±1,04	37,5±0,43
Циркон 0,075 мг/л	101,9±1,20	42,5±0,62
Циркон 0,1 мг/л	94,0±3,08	39,2±0,38

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

Полученные данные свидетельствуют, что все используемые концентрации препарата Циркон оказали стимулирующее действие на исследуемые процессы. Наивысшие результаты получены под действием концентрации регулятора роста, равной 0,075 мг/л: интенсивность и скорость набухания семян на 24,3 % выше, чем в контроле (рис. 3, см. табл.). Варианты, обработанные различными концентрациями исследуемого препарата, достоверно опережали контрольные растения по величине ростовых параметров (рис. 3). Ускоренное развитие растений гороха на начальных этапах роста, сопровождаемое интенсивным накоплением биомассы, является залогом увеличения урожая данной культуры.

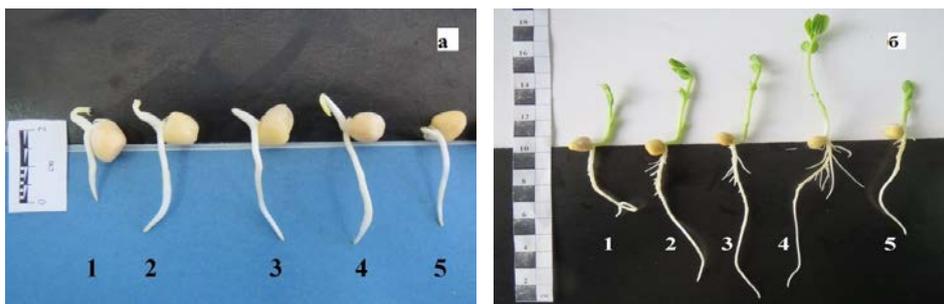


Рис. 3. Внешний вид проростков гороха под действием препарата Циркон: а) – 4-дневные, б) – 8-дневные: 1 – контроль (без обработки препаратом); 2 – 0,025 мг/л; 3 – 0,05 мг/л; 4 – 0,075 мг/л; 5 – 0,1 мг/л.

Таким образом, установлено, что процессы водопоступления в семенах гороха описываются кривой, имеющей трехфазный характер, что соответствует современным представлениям о набухании семян [17, 18, 20]. Использование препарата Циркон в различных концентрациях не изменяет общей направленности процесса водопоступления, но увеличивает его скорость, которая выражается в более раннем достижении пороговых уровней, необходимых для активизации метаболических процессов семени. Показано значительное улучшение посевных качеств семян гороха посевного сорта Мадонна при проведении предварительного замачивания семян препаратом Циркон в предложенных нами для исследования дозах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведенные исследования показали, что предпосевная обработка препаратом Циркон стимулирует прорастание гороха сорта Мадонна, улучшая посевные качества семян и активизируя процессы водопотребления.
2. Наиболее эффективной по действию на изучаемые показатели является предпосевная обработка раствором препарата в концентрации 0,075 мг/л. Показано стимулирующее влияние регулятора роста в данной концентрации на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян, а также на их степень, интенсивность и скорость набухания.

3. Полученные результаты подтвердили перспективность использования препарата Циркон для предпосевной обработки семян гороха.

Список литературы

1. Полевой А. Н. Моделирование развития зерновых культур на ранних этапах онтогенеза и формирования всходов / А. Н. Полевой, В. В. Сеницына // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2013. – Т. 25. – С. 265–288.
2. Исайчев В. А. Физиолого-биохимические процессы в прорастающих семенах озимой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки росторегуляторами и микроэлементами / В. А. Исайчев, О. Г. Музурова // Матер. научно-практической конференции «Молодежь и наука XXI века». – Ульяновск, 2006. – С. 60–66.
3. Мальшев А. В. Урожайность и качество гороха при использовании регуляторов роста, микроэлементов и ризоторфина на черноземах южных Оренбургского Предуралья: диссертация на соискание учен. степени кандидата с.-х. наук / А. В. Мальшева. – Оренбург, 2009. – 235 с.
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. Карпова Г. А. Изменение ферментативной активности и посевных качеств семян ячменя и проса под действием регуляторов роста / Г. А. Карпова, М. Е. Миронова // II Всероссийская научно-практическая конференция «Агроэкологические проблемы сельскохозяйственного производства» – Пенза: РИО ПГСХА, 2007. – С. 95–97.
6. Дорошенко Н. П. Препараты ННПП «НЭСТ М» в исследованиях по биотехнологии винограда / Н. П. Дорошенко, А. Н. Ребров // Международная научная конференция «Интенсификация плодородия Беларуси: традиции, достижения, перспективы»: 1 сентября - 1 октября 2010 г.: тез. докл. – Самохваловичи, 2010. – С. 135–139.
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. Запрометов М. Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях / М. Н. Запрометов. – М.: Наука, 1993. – 272 с.
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. Вальтер О. А. Практикум по физиологии растений с основами биохимии / О. А. Вальтер, Л. М. Пиневиц, Н. Н. Варасов. – М., Л.: Гос. изд-во сельскохоз. лит-ры, 1959. – 258 с.
13. Камёнок Л. К. Изучение ростостимулирующего действия дельта-эндотоксина на примере растений огурца / Л. К. Каменёк, В. М. Каменёк, И. В. Андреева, Д. А. Терехин, В. В. Воронцов // Вестник НГАУ. – 2010. – № 4 (16). – С. 13–17.
14. Рогожин В. В. Практикум по физиологии и биохимии растений: учеб. пособие / В. В. Рогожин, Т. В. Рогожина. – СПб.: ГИОРД, 2013. – 352 с.
15. Третьяков Н. Н. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков. – М.: Колос, 1990. – 283 с.
16. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
17. 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.

18. Аскоченская Н. А. Водный режим семян / Н. А. Аскоченская // Матер. Всесоюз. симпозиума «Регуляция водного обмена растений». – К.: Наукова думка, 1984. – С. 42–44.
19. Кирсанова Е. В. Экологические аспекты применения биопрепаратов на зернобобовых и крупяных культурах / Е. В. Кирсанова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Пути повышения эффективности сельскохозяйственной науки». – Орёл, 2003. – С. 101–110.
20. Верхотуров В. В. Взаимное влияние пероксидазы и низкомолекулярных антиоксидантов при прорастании семян пшеницы: автореферат на соискание научн. степени канд. биол. наук / В. В. Верхотуров. – Якутск, 1999. – 38 с.

STIMULATING EFFECT OF ZIRCON ON PEA SEED GERMINATION

Chmeleva S. I., Kucher E. N., Sitnik M. I.

*CFU, Taurida V.I. Vernadskiy Academy, Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation
E-mail: chmeleva@mail.ua*

Currently, in the Republic of Crimea with the increase of anthropogenic influence, the problem of cultivated plants resistance to insufficient water supply is raised. Pea (*Pisum sativum* L.) is characterized by high standards to the water regime, its low productivity may be specified by the high sensitivity to moisture deficit during swelling and seed germination. In the agricultural practices in order to improve plant resistance to hostile environmental factors plant-growth regulators are widely used, they include the drug of a new generation Zircon, created on the basis of hydroxycinnamic acids.

The aim of our study is to investigate the effect of different concentrations of the drug Zircon on sowing quality and germination of peas. The test objects were garden pea seeds (*Pisum sativum* L. CV /Madonna/). Selected for medium sized and pretreated in a diluted solution of potassium permanganate, the seeds were soaked in aqueous solutions of the drug Zircon (0,025 mg/l; 0,05 mg/l; 0,075 mg/l; 0,1 mg/l) were laid on filter paper in cuvettes for germination. For comparison the seeds, soaked in tap water, were used. Cuvettes were in thermostat TS-80M-2. The temperature was maintained at 20 °C. Energy and laboratory germination was determined according to GOST 12038-84. To determine the degree of swelling, seed samples in air-dry condition were placed in beakers of 200 ml and were poured with growth regulator solution (100 ml) according to the experimental scheme. Every 60 minutes for 24 hours seeds were extracted, quickly dried with filter paper, weighted and estimated the swell ratio. The intensity of seed imbibition was defined by the seeds weight change in the germination process.

It was found that pre-sowing drug treatment stimulates the germination of seeds, thus the energy of sprouting, the value of degree, intensity and speed of swelling increase. This effect depends on the concentration of active substance and remains throughout the whole experiment. The best results were obtained by treating seeds with a solution of the test drug at a concentration of 0,075 mg/l. Processes of water inflow in pea seeds are described as a curve having the three-phase character, which corresponds to the modern concept of swelling seeds [17, 18, 20]. The use of the drug zircon in different concentrations does not change the overall direction of water inflow process, but increases its speed, which is expressed in earlier reaching of the threshold levels, that are needed to activate the metabolic processes of the seed.

Keywords: growth regulators, Zircon, sowing qualities of seeds, swelling of seeds, peas.

References

1. Polevoy A.N., Sinitsyn V.V., Simulation of grain crops in the early stages of ontogenesis and formation of shoots, *Problems of environmental monitoring and modeling of ecosystems*, V. **25**, 265 (2013).
2. Isaichev V.A., Muzurova O.G., Physiological and biochemical processes in the germinating seeds of winter wheat depending on preplant treatment of growth regulators and micronutrients, *Abstracts of scientific-practical conference "Youth and Science of XXI Century"*, (Ulyanovsk, 2006), p. 60.
3. Malysheva A.V. Productivity and quality of peas using growth regulators, trace elements and rizotorfin on chernozems southern Orenburg Ural region, 235 p. (Orenburg, 2009).
4. Shevelukha V.S., Kovalev V.M., Gruzdev L.G., Plant growth regulators in agriculture, *Herald of agricultural science*, **9**, 57 (1985).
5. Karpova G.A., Mironova M.E., Change enzymatic activity and sowing qualities of seeds of barley and millet under the influence of growth regulators, *Abstracts of II All-Russian scientific-practical conference "Agri-environmental problems of agricultural production"*, (Penza, 2007), p. 95
6. Doroshenko N.P., Rebrov A.N., Preparations NNPP "NEST M" in research on biotechnology grapes, *Abstracts of International Scientific Conference "The intensification of horticulture Belarus: traditions, achievements and prospects"*, (Samokhvalovichy, 2010), p. 135.
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. Zaprometov M.N., Phenolic compounds: distribution, metabolism and function in plants, 272 p. (Nauka, Moscow, 1993).
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.
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. Walter O.A., Pinevich L.M., Varas N.N., *Workshop on the basics of plant physiology biochemistry*, 258 p. (SPAL, 1959).
13. Kameněk L.K., Kameněk V.M., Andreeva I.V., Terekhin D.A., Vorontsov V.V., Studying growth stimulating actions of delta-endotoxin as an example of cucumber plants, *Herald NGAU*, **4 (16)**, 13 (2010).
14. Rogozhin V.V., Rogozhina T.V. *Workshop on Plant Physiology and Biochemistry*, 352 p. (GIORD, Saint Petersburg, 2013).
15. Tretyakov N.N. *Workshop on Plant Physiology*, 287 p. (Moscow, Kolos, 1990).
16. Lakin G.F. *Biometrics*, 352 p. (Higher School, Moscow, 1990).
17. 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).
18. Askochenskaya N.A., Water regime seed, *Abstracts of All-Russian Symposium "The regulation of water metabolism of plants"*, (Kiev, 1984), p. 42.
19. Kirsanova E.V., Environmental aspects of the use of biological products on the leguminous and cereal crops, *Abstracts of All-Russian scientific-practical conference "Ways to improve the efficiency of agricultural science"*, (Orel, 2003), p. 101.
20. Verkhoturov V.V. *Mutual influence of peroxidase and low molecular weight antioxidants during germination of wheat seeds*, 38 p. (Yakutsk, 1999).

Поступила в редакцию 17.10.2015 г.