

БИОЛОГИЯ

УДК 633.111, 631.84

Т.П. Астафурова, С.А. Сучкова, М.А. Салаев, С.И. Михайлова, Л.Е. Одышева, А.А. Буренина

ВЛИЯНИЕ ГЛИКОЛУРИЛА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Работа выполнена по государственному заданию № 114040740044.

Изучено влияние азотсодержащего соединения – гликолурила ($C_4H_6N_4O_2$) – на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) в условиях Западной Сибири. Показано, что локальное внесение гликолурила в почву (60 и 90 кг/га) увеличивает урожайность зерна на 22,5 и 26,8% соответственно. Содержание белка в зерне возрастает от 4,8 до 13,8%, клейковины – от 2,8 до 19,7%. Выявлено пролонгированное действие гликолурила на второй год после однократного его внесения в почву.

Ключевые слова: гликолурил; *Triticum aestivum* L.; урожайность зерна; структура урожая.

Введение. Пшеница является важнейшей продовольственной культурой в мире. Для максимального раскрытия генетического потенциала продуктивности современные сорта пшеницы требуют применения интенсивных технологий выращивания, которые включают внесение удобрений, и прежде всего азотных. Изучению эффективности внесенного и поглощенного растениями азота при формировании продуктивности сельскохозяйственных культур в зависимости от условий внешней среды, способов и форм внесения посвящено много работ [1–4]. Среди азотных удобрений наибольшее распространение получила мочевины, которая поступает как прямым путем, так и в аммонийной и нитратной форме после разложения. Мочевина и ряд ее производных являются быстродействующими удобрениями, которые могут оказывать влияние на общую кислотность почв, но характеризуются быстрой вымываемостью.

В настоящее время разрабатываются новые вещества и композиции, содержащие большое количество подконтрольно высвобождаемого азота, обладающие пролонгированным действием и позволяющие повысить доступность азота для растений [5–8]. К их числу относится гликолурил (ГЛ) – функциональное вещество, которое применяется в различных отраслях промышленности и народного хозяйства. Имеются данные о положительном влиянии гликолурила на урожайность некоторых культур (ежа сборная, сурепица яровая, свекла сахарная) [9–11]. В то же время остаются не выясненными дозы и способы внесения гликолурила под основные сельскохозяйственные культуры с учетом климатических условий возделывания.

Цель исследований – выявить влияние гликолурила на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Западной Сибири.

Материалы и методики исследований. Объектом исследования являлась пшеница яровая *Triticum aestivum* L. var. *lutescens* сорт Новосибирская 29 (оригинатор СибНИИ растениеводства и селекции). Сорт районирован по Западно-Сибирскому региону России с 2003 г. Гликолурил ($C_4H_6N_4O_2$) – белый или желтоватый поро-

шок без запаха, массовая доля основного вещества не менее 97%, получен от ООО «Глиоксаль-Т» [12].

Полевые опыты проводили в 2010–2011 гг. на учебно-экспериментальном участке Сибирского ботанического сада Томского государственного университета, расположенном в подтаежной зоне Западной Сибири. Почва участка темно-серая лесная, среднеподзоленная, по механическому составу среднеуглинистая: pH_{KCl} – 6,0, подвижные соединения P_2O_5 – 280, K_2O – 80 мг/кг, содержание гумуса – 3,2%. Предшественник – чистый пар. Обработку почвы, сроки посева, уход за культурой в период вегетации проводили в соответствии с агротехническими требованиями, рекомендуемыми для Западной Сибири. Опыты закладывали по стандартным методикам [13, 14] по схеме: контроль (без ГЛ); внесение ГЛ в почву (60 кг/га); внесение ГЛ в почву (90 кг/га). Гликолурил вносили в почву локально при посеве в рядки на глубину 5 см. Оценку пролонгированного действия гликолурила на пшеницу проводили методом наложения вариантов на второй год после внесения. Норма высева пшеницы 300 кг/га. Учетная площадь делянки – 10,0 м². Размещение вариантов рендомизированное. Повторность опытов трехкратная.

Погодные условия (температура и осадки) вегетационных периодов в годы проведения полевых опытов существенно различались. В 2010 г. осадков за вегетационный период (май – август) выпало 204,9 мм, эффективные температуры (выше +5°C) составили 2034,3°C, гидротермический коэффициент 1,23. В 2011 г. осадков выпало 303,3 мм, эффективные температуры составили 2473,9°C, гидротермический коэффициент – 1,50.

Химический состав зеленой массы пшеницы определяли в фазу восковой спелости согласно ГОСТам (52838-07, 13496.4-93, 52839-07, 26226-95, 26570-95, 13496.7-95). Содержание в зерне белка, клейковины и стекловидность определяли на инфракрасном спектрофотометре Инфралюм ФТ-10 (Россия) [15].

Для измерения интенсивности фотосинтеза и транспирации, а также устьичного сопротивления использовали портативный инфракрасный газоанализатор Li-6400, LI-COR (USA) с открытой системой.

Статистическую обработку результатов исследований проводили методом дисперсионного анализа [13] и с помощью пакета Statistica 6.1.

Результаты исследования и их обсуждение. Установлено положительное действие гликолурила на продуктивность яровой пшеницы во всех вариантах опыта. Отмечено значительное варьирование урожайности яровой пшеницы по годам в зависимости от погодных условий. Более равномерным распределением осадков характеризовался 2010 г., что привело к формированию высокой урожайности пшеницы, которая составила в контроле 48,6 ц/га (рис. 1). При внесении гликолурила в почву в дозе

60 и 90 кг/га урожайность пшеницы возросла на 2,4 и 0,8% соответственно. Урожайность достоверно увеличилась за счет таких элементов структуры урожая, как число продуктивных побегов, масса 1 000 штук семян.

В табл. 1 представлен анализ питательной ценности зеленой массы пшеницы. По основным показателям питательности в вариантах с внесением гликолурила в почву, как в сырой массе, так и в сухом веществе, отмечено увеличение содержания азота (до 20,3%), протеина (до 20,5%), клетчатки и золы (до 11,1%), а также переваримого протеина (до 36,5%).

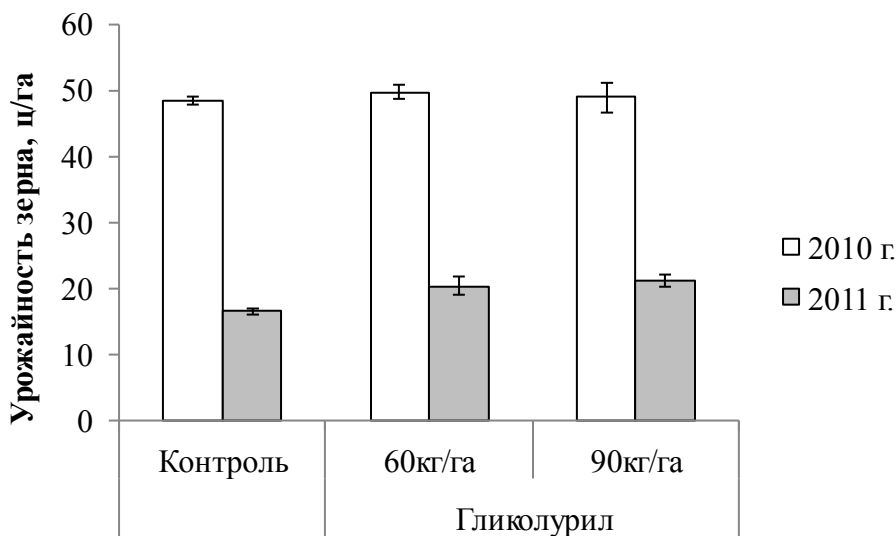


Рис. 1. Влияние гликолурила на урожайность зерна пшеницы, 2010–2011 гг.

Химический состав и питательность зеленой массы пшеницы (в расчете на абсолютно-сухое вещество), 2010 г.

Таблица 1

Показатель	Контроль	ГЛ 60 кг/га	ГЛ 90 кг/га
Протеин, %	9,2±0,4	9,6±0,4	11,1±0,5
Сырая клетчатка, %	20,2±1,9	22,4±2,1	22,5±2,1
Сырая зола, %	6,3±0,3	6,7±0,3	7,0±0,3
Каротин, мг	6,0±0,4	8,0±0,6	23,1±1,1
Переваримый протеин, г	52,0±3,1	55,1±4,4	71,0±6,1

Массовая доля каротина возросла почти в три раза. Увеличение всех показателей питательной ценности зеленой массы пшеницы под влиянием гликолурила свидетельствует об усвояемости вещества растениями в год внесения.

В экстремальных погодных условиях 2011 г. влияние гликолурила проявилось наиболее отчетливо, что подтверждает данные о положительной роли азотных удобрений в неблагоприятных условиях [16]. Недостаток увлажнения в фазу кущения, избыточное увлажнение в период налива и созревания зерна, а также сильное повреждение растений пшеницы шведской мухой (до 48%) отрицательно отразились на общей урожайности, которая снизилась почти в 3 раза по сравнению с предыдущим годом. Внесение гликолурила в почву в дозе 60 и 90 кг/га увеличило урожайность на 22,5 и 26,8% соответственно.

Изучение структуры урожая пшеницы показало, что параметры зерновой продуктивности в опыте достоверно превышали показатели контрольных растений, что,

вероятно, связано с увеличением уровня азотного питания (рис. 2). Длина колоса увеличилась на 10,6–22,9%, масса колоса – на 20,0–40,0%, число зерен в колосе – на 22,3–32,7%, масса зерна в колосе – на 14,3–42,9%.

Установлено положительное действие гликолурила в год внесения на физиологические параметры развития растений. Во всех вариантах опыта с гликолурилом возрастает интенсивность фотосинтеза на 48,2–70,0%, устьичная проводимость – на 150,0–250%, интенсивность транспирации – на 53,8–82,1%, чистая продуктивность фотосинтеза – на 29,0–77,4% по сравнению с контролем [17].

Пролонгированное действие гликолурила выявляли на второй год после внесения его в почву (60 и 90 кг/га). В фазу колошения пшеницы отмечены достоверные различия по морфометрическим параметрам развития. Выявлена положительная тенденция к увеличению количества листьев (на 22,4–26,5%) и площади листовой поверхности (на 10,9–22,9%).

Результаты исследований показали, что наиболее сильно последствие гликолурила влияет на параметры зерновой продуктивности. Отмечено достоверное превышение по длине колоса (на 13,5–

16,3%), массе колоса (12,1–39,3%), числу зерен в колосе (8,7–32,8%), массе зерна в колосе (11,4–44,3%) и урожайности (16,5–25,1%) по сравнению с контролем (рис. 2).

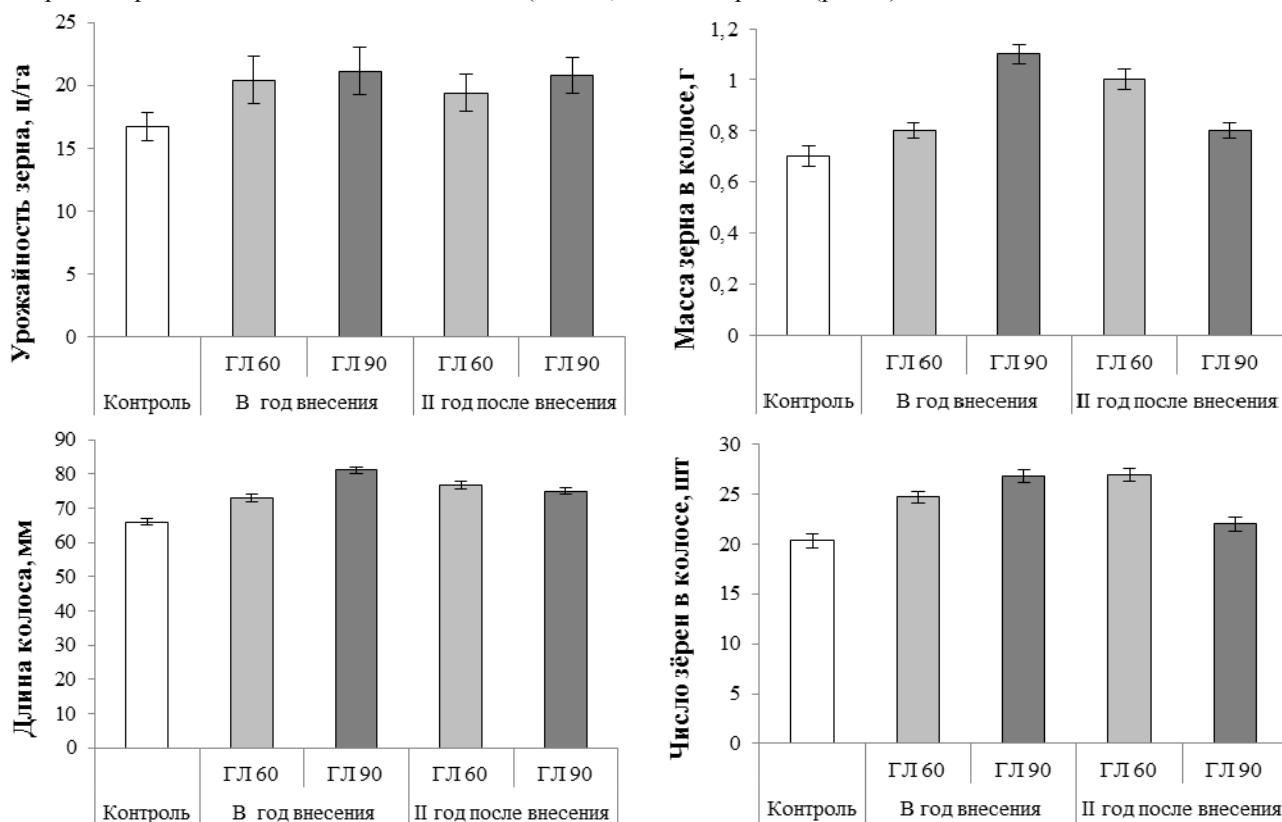


Рис. 2. Влияние гликолурила на структуру урожая пшеницы в 2011 г.

Последствие гликолурила положительно влияет и на физиологические процессы. В вариантах с гликолурилом увеличивается интенсивность фотосинтеза на 39,2–40,8%, устьичная проводимость – на 123,1–157,7% и транспирация – на 38,2–42,1% (табл. 2).

го азота в растения в период вегетации [18]. Оценка технологических свойств зерна показала, что во всех вариантах опыта с гликолурилом отмечается повышение содержания сырого белка от 4,8 до 13,8%, клейковины – от 2,8 до 19,7% и стекловидности – на 6,0%.

Таблица 2
Влияние последствия гликолурила на физиологические параметры урожая пшеницы 2011 г.

Параметр	Вариант опыта		
	Контроль	ГЛ 60 кг/га	ГЛ 90 кг/га
Интенсивность фотосинтеза, мкмоль/м ²	17,00±0,02	23,66±0,05	23,94±0,03
Устьичная проводимость, моль/м ²	0,26±0,002	0,67±0,004	0,58±0,02
Межклеточная концентрация CO ₂ , мкмоль/моль	251,60±0,92	287,35±0,51	276,40±0,37
Транспирация, ммоль/м ²	3,96±0,02	5,40±0,02	5,54±0,01

Заключение. Выявлено положительное влияние гликолурила на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы, возделываемой в условиях Томской области. Локальное внесение гликолурила в почву в дозах 60 и 90 кг/га увеличивает урожайность зерна пшеницы в год внесения на 22,5 и 26,8% соответственно.

По основным показателям питательности зеленой массы пшеницы в вариантах с внесением гликолурила в почву отмечено увеличение содержания азота (до 20,3%), протеина (до 20,5%), клетчатки и золы (до 11,1%), а также переваримого протеина (до 36,5%), что свидетельствует об усвояемости вещества растениями в год внесения.

Установлено пролонгированное действие гликолурила при возделывании пшеницы на второй год после однократного его внесения в почву. Урожайность зерна увеличивается от 16,5 до 25,1%. В вариантах с гликолурилом увеличивается интенсивность фотосинтеза на 39,2–40,8%, устьичная проводимость – на 123,1–157,7% и транспирация – на 38,2–42,1%. В зависимости от дозы вносимого гликолурила содержание белка в зерне пшеницы увеличивается от 4,8 до

Известно, что содержание белка и сырой клейковины в зерне пшеницы зависит от поступления обще-

Установлено пролонгированное действие гликолурила при возделывании пшеницы на второй год после однократного его внесения в почву. Урожайность зерна увеличивается от 16,5 до 25,1%. В вариантах с гликолурилом увеличивается интенсивность фотосинтеза на 39,2–40,8%, устьичная проводимость – на 123,1–157,7% и транспирация – на 38,2–42,1%. В зависимости от дозы вносимого гликолурила содержание белка в зерне пшеницы увеличивается от 4,8 до

13,8%, клейковины – от 2,8 до 19,7% и стекловидности – на 6,0%.

Учитывая положительное влияние гликолурила на продукционный процесс пшеницы, необходимо про-

должить работы по его дальнейшему изучению с целью разработки рекомендаций по его использованию в зональных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Madani A., Makarem A.H., Vazin F., Joudi M. The impact of post-anthesis nitrogen and water availability on yield formation of winter wheat // Plant Soil Environ. 2012. Vol. 58. P. 9–14.
2. Pal M., Rao L.S., Srivastava A.C., Jain V., Sengupta U.K. Impact of CO₂ enrichment and variable nitrogen supplies on composition and partitioning of essential nutrients of wheat // Biol. Plant. 2003. Vol. 47. P. 227–231.
3. Massoudifar O., Kodjouri F.D., Mohammadi G.N., Mirhadi M.J. Effect of nitrogen fertilizer levels and irrigation on quality characteristics in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) // Archives of Agronomy and Soil Science. 2014. Vol. 60. P. 925–934.
4. Herrera J.M., Noulas C., Feil B., Stamp P., Liedgens M. Nitrogen and genotype effects on root growth and root survivorship of spring wheat // J. Plant Nutr. Soil Sci. 2013. Vol. 176. P. 561–571.
5. Ni B.L., Liu M.Z., Lu S.Y. Multifunctional slow-release urea fertilizer from ethylcellulose and superabsorbent coated formulations // Chemical Engineering Journal. 2009. Vol. 155. P. 892–898.
6. He X., Liao Z., Huang P., Duan J., Ge R., Li H., Geng Z. Characteristics and Performance of Novel Water-Absorbent Slow Release Nitrogen Fertilizers // Agricultural Sciences in China. 2007. Vol. 6. P. 338–346.
7. Fernandez-Escobar R., Benloch M., Herrera E., Garcia-Novelo J.M. Effect of traditional and slow-release N fertilizers on growth of olive nursery plants and N losses by leaching // Scientia Horticulturae. 2004. Vol. 101. P. 39–49.
8. Shavit U., Shavit A., Shalit G., Zaslavsky D. Release characteristics of a new controlled release fertilizer // Journal of Controlled Release. 1997. Vol. 43. P. 131–138.
9. Beaton J.D., Hubbard W.A., Speer R.C. Coated urea, thiourea, urea-formaldehyde, hexamine, oxamide, glycoluril, and oxidized nitrogen-enriched coal as slow available sources of nitrogen for orchardgrass // Agronomy Journal. 1967. Vol. 59. P. 127–133.
10. Last P.J., Draycott A.P., Webb D.J. Effect of green manures on yield and nitrogen requirement of sugar beet // Journal of Agricultural Science. 1981. Vol. 97. P. 159–170.
11. Shimizu T. Glycoluril as a slow-release nitrogen fertilizer // Soil. Sci. Plant Nutr. 1987. Vol. 33. P. 291–298.
12. Патент на изобретение РФ №2439072 от 10.01.2012 «Способ получения 2,4,6,8-тетраазицикло[3.3.0]октан-3,7-диона».
13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 351 с.
14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 194 с.
15. Зотикова А.П., Сучкова С.А., Березюк А.А. Оценка сортов и гибридов яровой пшеницы в условиях Томской области // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2013. № 3. С. 52–58.
16. Кошкин Е.И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. М.: Дрофа, 2010. 638 с.
17. Астафурова Т.П., Сучкова С.А., Михайлова С.И., Буренина А.А., Салаев М.А. Влияние гликолурила на структурно-функциональные параметры яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) // Материалы Международной научной конференции и школы молодых ученых «Физиология растений – теоретическая основа инновационных агро- и фитобиотехнологий». Калининград: Аксиос, 2014. Ч. II. С. 46–48.
18. Завалин А.А., Пасынков А.В., Лекомцев П.В. Влияние уровня азотного питания и азотофиксирующих препаратов на формирование продуктивности пшеницы и гороха в чистых и смешанных посевах // Агрохимия. 2003. № 9. С. 26–36.

Статья представлена научной редакцией «Биология» 27 октября 2014 г.

THE EFFECT OF GLYCOLURIL ON THE PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Tomsk State University Journal, 2014, 389, pp. 263–267.

Astafurova Tat'yana P. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: sbg125@yandex.ru

Suchkova Svetlana A. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: suchkova.s.a@mail.ru

Salaev Mikhail A. Glyoxal-T Ltd. (Tomsk, Russian Federation). E-mail: glyoxal-ltd@yandex.ru

Mikhailova Svetlana I. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: mikhailova.si@yandex.ru

Odyshcheva Lyudmila E. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: glyoxal-ltd@yandex.ru

Burenina Anastasiya A. Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: baa888@mail.ru

Keywords: *Triticum aestivum* L.; glycoluril; grain yield; yield structure.

The spring wheat *Triticum aestivum* L. var. *Lutescens*, Novosibirskaya-29 breed was taken for the investigation (the originator was Siberian Research Institute of Crop Research and Selection). Glycoluril (C₄H₆N₄O₂) is a slow-release nitrogen fertilizer (glycoluril assay was > 97 %), it was purchased from Glyoxal-T Ltd. The scheme of the field tests included control (no glycoluril used), application of glycoluril to soil (60 kg/ha), application of glycoluril to soil (90 kg/ha). Estimation of prolonged action of glycoluril on the wheat was carried out by superimposition of variants at the second year after application. To measure the photosynthetic and transpiration rates a portable infrared gas analyzer Li-6400 (LI-COR, Inc., USA) with opened system was used. The content of protein and fibrin in grains as well as their vitreousness were determined using Infralum FT-10 (Lumex Ltd., Russia). The chemical composition of the wheat herbage was determined in a wax stage according to Russian state standards (52838-07, 13496.4-93, 52839-07, 26226-95, 26570-95, 13496.7-95). A positive effect of glycoluril on the productivity and quality of spring wheat grains was revealed. Local application of glycoluril to soil in doses of 60 and 90 kg/ha increased the crop productivity of wheat in the year of application by 22.5 and 26.8 %, respectively. An increase of the main parameters of nutritional value of wheat herbage, namely, increase in nitrogen content (up to 20.3 %), protein (up to 20.5 %), fibrin and leach (up to 11.1 %) as well as digested protein (up to 36.5 %) was found. This evidences on the accessibility of glycoluril by the plants at the year of application. Prolonged action of glycoluril at the second year after single application to soil was stated. The crop productivity raised from 16.5 to up to 25.1 %, photosynthetic rate by 39.2 – 40.8 %, stomatal conductance by 123.1 – 157.7 %, and transpiration by 38.2 – 42.1 %. An increase of protein content from 4.8 to up to 13.8 %, fibrin from 2.8 to up to 19.7 % and vitreousness by 6.0 % was found for all tests. Glycoluril has the strongest impact on the parameters of wheat productivity.

REFERENCES

1. Madani A., Makarem A.H., Vazin F., Joudi M. The impact of post-anthesis nitrogen and water availability on yield formation of winter wheat. *Plant Soil Environ.*, 2012, vol. 58, pp. 9-14.
2. Pal M., Rao L.S., Srivastava A.C., Jain V., Sengupta U.K. Impact of CO₂ enrichment and variable nitrogen supplies on composition and partitioning of essential nutrients of wheat. *Biol. Plant.*, 2003, vol. 47, pp. 227-231. DOI: 10.1023/B:BIOP.0000022256.60122.fc
3. Massoudifar O., Kodjouri F.D., Mohammadi G.N., Mirhadi M.J. Effect of nitrogen fertilizer levels and irrigation on quality characteristics in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 2014, vol. 60, pp. 925-934. DOI: 10.1080/03650340.2013.856004
4. Herrera J.M., Noulas C., Feil B., Stamp P., Liedgens M. Nitrogen and genotype effects on root growth and root survivorship of spring wheat. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 2013, vol. 176, pp. 561-571. DOI: 10.1002/jpln.201100334
5. Ni B.L., Liu M.Z., Lu S.Y. Multifunctional slow-release urea fertilizer from ethylcellulose and superabsorbent coated formulations. *Chemical Engineering Journal*, 2009, vol. 155, pp. 892-898. DOI: 10.1016/j.cej.2009.08.025
6. He X., Liao Z., Huang P., Duan J., Ge R., Li H., Geng Z. Characteristics and Performance of Novel Water-Absorbent Slow Release Nitrogen Fertilizers. *Agricultural Sciences in China*, 2007, vol. 6, pp. 338-346. DOI: 10.1016/S1671-2927(07)60054-6
7. Fernandez-Escobar R., Benlloch M., Herrera E., Garcia-Novelo J.M. Effect of traditional and slow-release N fertilizers on growth of olive nursery plants and N losses by leaching. *Scientia Horticulturae*, 2004, vol. 101, pp. 39-49. DOI: 10.1016/j.scienta.2003.09.008
8. Shavit U., Shaviv A., Shalit G., Zaslavsky D. Release characteristics of a new controlled release fertilizer. *Journal of Controlled Release*, 1997, vol. 43, pp. 131-138. DOI: 10.1016/S0168-3659(96)01478-2
9. Beaton J.D., Hubbard W.A., Speer R.C. Coated urea, thiourea, urea-formaldehyde, hexamine, oxamide, glycoluril, and oxidized nitrogen-enriched coal as slow available sources of nitrogen for orchardgrass. *Agronomy Journal*, 1967, vol. 59, pp. 127-133. DOI: 10.2134/agronj1967.00021962005900020001x
10. Last P.J., Draycott A.P., Webb D.J. Effect of green manures on yield and nitrogen requirement of sugar beet. *Journal of Agricultural Science*, 1981, vol. 97, pp. 159-170. DOI: 10.1017/S002185960003598X
11. Shimizu T. Glycoluril as a slow-release nitrogen fertilizer. *Soil. Sci. Plant Nutr.*, 1987, vol. 33, pp. 291-298. DOI: 10.1080/00380768.1987.10557574
12. The patent for the invention RF №2439072 of 10.01.2012 "A method for producing 2,4,6,8-tetraazabicyclo [3.3.0]octane-3,7-dione". (In Russian).
13. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Technique of field experience]. Moscow: Kolos Publ., 1985. 351 p.
14. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Methods of state trials of crop variety]. Moscow, 1989. Issue 2. 194 p.
15. Zotikova A.P., Suchkova S.A., Berezyuk A.A. Otsenka sortov i gibridov yarovoy pshenitsy v usloviyakh Tomskoy oblasti [Evaluation of varieties and hybrids of spring wheat in the conditions of Tomsk Oblast]. *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2013, no. 3, pp. 52-58.
16. Koshkin E.I. *Fiziologiya ustoychivosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* [Physiology of sustainability of crops]. Moscow: Drofa Publ., 2010. 638 p.
17. Astafurova T.P., Suchkova S.A., Mikhaylova S.I. Burenina A.A., Salaev M.A. [Influence of glycoluril on structural and functional parameters of spring wheat (*Triticum aestivum* L.)]. *Materiyaly Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii i shkoly molodykh uchenykh "Fiziologiya rasteniy - teoreticheskaya osnova innovatsionnykh agro- i fitobiotekhnologiy"* [Proceedings of the International Conference and Young Scientists School "Plant physiology - the theoretical basis of innovative agricultural and phytobiotechnology"]. Kaliningrad: Aksios, 2014. Pt. II, pp. 46-48. (In Russian).
18. Zavalin A.A., Pasyukov A.V., Lekomtsev P.V. Vliyanie urovnya azotnogo pitaniya i azotofiksiruyushchikh preparatov na formirovanie produktivnosti pshenitsy i gorokha v chistykh i smeshannykh posevakh [Influence of level of nitrogen nutrition and nitrogen-fixing agents on the formation of the productivity of wheat and pea in pure and hybrid crops]. *Agrokimiya*, 2003, no. 9, pp. 26-36.

Received: 27 October 2014