

АГРОХИМИЯ

УДК 633.11:631.8+631.86(470.61)

DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-72-76

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ И УДОБРЕНИЙ НА ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ И УРОЖАЙНОСТЬ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДОНУ

Д. А. Репка, аспирант, dmrepka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8761-1255;

Л. П. Бельтюков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии и селекции сельскохозяйственных культур, kuv.ek61@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-3821-1025;

Ю. В. Гордеева, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры агрономии и селекции сельскохозяйственных культур, gordeeva_julia88@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2416-183X
Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»
347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Приведены данные по влиянию биопрепаратов Экстрасол, Росток, Аквамикс и водорастворимых удобрений Акварин 5 и Акварин 9 на урожайность и ее элементы структуры интенсивного сорта озимой пшеницы Нива Ставрополя в посевах по черному пару и полунтенсивного сорта Виктория 11 после льна на удобренном агрофоне. Установлено, что наибольшая урожайность сортов Нива Ставрополя (5,59 т/га) и Виктория 11 (3,97 т/га) формируется при совместном внесении удобрений и биопрепаратов в следующем сочетании: $P_{60}K_{40}$ до посева (по пару) и $N_{60}P_{60}K_{40}$ (по льну) + N_{30} в фазу кущения + N_{30} в фазу колошения + Аквамикс (0,1 л/т – обработка семян) + Акварин 5 (2 л/га в фазу кущения) + Акварин 9 (2 л/га в фазу колошения). Выявлено, что основные элементы структуры урожая по изучаемым сортам наиболее высокими были в варианте совместного применения биопрепаратов Аквамикс, Акварин 5 и Акварин 9 на удобренном фоне. Так, в среднем за 3 года по сорту Нива Ставрополя число колосьев на контроле составило 413 шт./м², а на обработанных вариантах увеличилось до 432–467 шт./м²; у сорта Виктория 11 на контроле этот показатель составил 357 шт./м² против исследуемых вариантов 379–415 шт./м². Кроме того, в сравнении с контролем увеличились и другие элементы структуры урожая: число зерен в колосе, масса зерна с 1 колоса и масса 1000 зерен.

Ключевые слова: биопрепараты, озимая пшеница, удобрения, структура урожая, урожайность.

Для цитирования: Репка Д. А., Бельтюков Л. П., Гордеева Ю. В. Влияние биопрепаратов и удобрений на элементы структуры и урожайность сортов озимой пшеницы на Дону // Зерновое хозяйство России. 2020. № 2(68). С. 72–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-68-2-72-76.



THE EFFECT OF BIO PRODUCTS AND FERTILIZERS ON YIELD STRUCTURE ELEMENTS AND PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT VARIETIES GROWN IN THE DON AREA

D. A. Repka, post graduate, dmrepka@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-8761-1255;

L. P. Beltyukov, Doctor of Agricultural Sciences, professor of the department for agronomy and breeding of agricultural crops, ORCID: 0000-0003-3821-1025;

Yu. V. Gordeeva, Candidate of Agricultural Sciences, associate professor of the department for agronomy and breeding of agricultural crops, gordeeva_julia88@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-2416-183X
Azov-Blacksea Engineering Institute FSBEI HE Donskoy SAU,
347740, Rostov region, Zernograd, Lenin Str., 21

The current paper has presented the data on the effect of bio products "Extrasol", "Rostok", "Aquamix" and water-soluble "Aquarin 5" and "Aquarin 9" on productivity and yield structure elements of the intensive winter wheat variety "Niva Stavropoliya" and the half-intensive variety "Viktoriya" sown after oilseed flax on the fertilized fields. There has been established that the largest yields of the variety "Niva Stavropoliya" (5.59 t/ha) and of the variety "Viktoriya" (3.7 t/ha) were formed under the compound use of fertilizers and bio products as follow: $P_{60}K_{40}$ before sowing (in a weedfree fallow) and $N_{60}P_{60}K_{40}$ (sown after oilseed flax) + N_{30} in the tillering phase + N_{30} in the phase of head formation + "Aquamix" (0.1 l/t in seed treatment) + "Aquarin 5" (2 l/ha in the tillering phase) + "Aquarin 9" (2 l/ha in the phase of head formation). There has been identified that the main yield structure elements of the studied varieties showed their largest values under the compound use of the bio products "Aquamix" and water-soluble "Aquarin 5" and "Aquarin 9" on the fertilized fields. On average for 3 years the variety "Niva Stavropoliya" showed the increase of 'number of ears' from 413 pcs per m² in the control variant, and to 432–467 pcs per m² in the treated variants. the variety "Victoria 11" had 357 pcs per m² in the control variant and 379–415 pcs per m² in the treated variants. In addition, in comparison with the control variants, there has been identified an increase of other yield structure elements, namely "number of grains per head", "grain weight per head" and "1000-grain weight".

Keywords: bio drugs, winter wheat, fertilizers, yield structure, productivity.

Введение. В условиях Южного федерального округа озимая пшеница обладает большими потенциальными возможностями формирования высокой урожайности и качества зерна при создании оптимальных условий питания растений (Грабовец и Фоменко, 2007; Малюга и др., 2004). При корневом питании растений из почвенного раствора усваивается около 70 химических элементов (Муравин и Титова, 2010). В производственных условиях чаще всего растения

обеспечиваются тремя основными макроэлементами (N, P и K), опуская при этом важность применения микроэлементов (Осипова и Дорошко, 1981; Гармаш и Гармаш, 2010). Недостаток микроэлементов приводит не только к снижению урожайности и качества продукции, но и к заболеваниям людей через продукты питания и животных, через корма (Алабушев и др., 2009). В то же время целым рядом краткосрочных полевых опытов установлена высокая эффективность

микроэлементов при обработке ими семян и вегетирующих растений (Рудометкина и др., 2014). Особенно высокоэффективны микроэлементы в хелатной форме, которые в отличие от минеральных солей не закрепляются в почвенном поглощающем комплексе, нетоксичны, высокорастворимы в воде и поэтому хорошо адсорбируются на поверхности листа. В связи с этим повышается всхожесть семян, улучшаются условия питания, увеличиваются темпы роста и развития растений, что положительно влияет на урожайность и качество продукции (Хорошкин, 2012; Закиров и др., 2014).

Целью наших исследований было определение влияния биопрепаратов и удобрений на элементы структуры и урожайность сортов озимой пшеницы.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2016–2018 гг. в южной зоне Ростовской области по методике государственного испытания сельскохозяйственных культур (СПК СА «Русь» Сальского района). Почва опытных полей представлена черноземом обыкновенным со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя почвы: гумус – 3%; P_2O_5 – 18–23; K_2O – 340–400 мг/кг почвы. Объектами исследований были сорта Нива Ставрополя в посевах по предшественнику черный пар как сорт интенсивного типа с нормой высева 400 всхожих зерен на 1 м² и Виктория 11 – полунтенсивный сорт по предшественнику лен масличный с нормой 500 всхожих зерен на 1 м².

В годы проведения опытов погодные условия сложились различно как по сумме осадков, так и по температурному режиму, что позволило более объективно оценить изучаемые биопрепараты. В целом более благоприятные условия, особенно по распределению осадков в период вегетации, сложились в 2017 г., когда и была получена максимальная урожайность в опытах по обоим сортам озимой пшеницы.

Посев изучаемых сортов проводили элитными семенами сеялкой СЗ-5,4 в оптимальные для зоны сроки посева. Учетная площадь делянки – 0,25 га, повторность – четырехкратная. Минеральные удобрения в виде фона вносимых под основную обработку почвы: по предшественнику черный пар – $P_{60}K_{40}$ под вспашку, по предшественнику лен – $N_{60}P_{60}K_{40}$ под дискование. Дополнительно к этому по обоим сортам проводили по две азотные подкормки по N_{30} в фазы кущения и колошения.

В опытах изучали следующие биопрепараты:

1. Экстрасол – основу препарата составляет бактерия *Bacillus subtilis* – одна из немногих бактерий, способная к спорообразованию. Экстрасол способен

выдерживать отрицательные температуры, использоваться в баковой смеси с химическими препаратами и минеральными удобрениями. Важнейшим его достоинством является продуцирование антибиотиков, влияющих на уничтожение вредной микрофлоры, болезней и корневых гнилей.

2. Росток – регулятор роста адаптоген и антистрессант, выпускается в жидком виде. Его основу составляют гуминовые аминокислоты, полученные из торфа. Препарат предназначен для регулирования роста и развития растений, снятия стрессовых воздействий, повышения урожайности и качества зерна.

3. Аквамикс – комплексное микроудобрение с содержанием пяти основных микроэлементов в форме хелатов: Fe – 2,10; Mn – 2,57; Zn – 0,53; Cu – 0,53; Ca – 2,57%. Кроме того, содержит в своем составе азот, фосфор, калий, бор, молибден. Предназначен для предпосевной обработки семян и внекорневой подкормки при резком дефиците указанных выше микроэлементов.

4. Акварин – комплексное водорастворимое удобрение для проведения внекорневых подкормок. Содержит микроэлементы в форме хелатов: Fe – 0,054; Mn – 0,042; Zn – 0,014; Cu – 0,01; Mo – 0,004; B – 0,02%. На зерновых культурах Акварин рекомендуется применять два раза: 1-я подкормка – в фазе кущения, 2-я подкормка – в фазе колошения.

Обработку семян биопрепаратами проводили в день посева, а обработку растений – по вегетации в те же фазы, что и азотные подкормки. Полная схема опытов приведена в таблицах по урожайности.

Результаты и их обсуждение. Продуктивность растений является одним из основных показателей эффективности агроприемов, внедряемых в производство. Поэтому чем лучше удовлетворены потребности растений озимой пшеницы во влаге и элементах питания, тем выше формируются урожайность и качество зерна.

Исследования, проведенные нами, показали, что уровень урожайности изучаемых сортов озимой пшеницы зависел от погодных условий года, предшественника и применяемых в опыте удобрений и биопрепаратов.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что наибольшая урожайность зерна во все годы исследований была по сорту Нива Ставрополя в посевах по предшественнику черный пар в сравнении с сортом Виктория 11 в посевах по предшественнику лен (табл. 1). Это объясняется лучшими условиями водного и пищевого режимов почвы, сложившимися по этому предшественнику.

1. Влияние биопрепаратов и удобрений на урожайность и ее элементы структуры озимой пшеницы

Нива Ставрополя по черному пару (2016–2018 гг.)

1. The effect of biological products on productivity of the winter wheat variety “Niva Stavropoliya” sown in weedfree fallow (2016–2018)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Количество колосьев, шт./м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Контроль без удобрений, ОС* (водой)	4,12	413	38	1,12	35,8
Фон $P_{60}K_{40}$ под вспашку + N_{30} кущение + N_{30} колошение	4,73	432	39	1,18	36,6
Фон + Экстрасол 1 л/т	5,13	452	40	1,19	37,6
Фон + Экстрасол 1 л/т ОС + Экстрасол 1 л/га OP_1^{**} + Экстрасол 1 л/га OP_2^{***}	5,28	452	42	1,23	36,7
Фон + Росток 0,5 л/га	5,12	453	40	1,20	36,5
Фон + Росток 0,5 л/га ОС + Росток 0,5 л/га OP_1 + Росток 0,5 л/га OP_2	5,31	449	42	1,26	37,1

Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС	5,29	456	41	1,25	36,9
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1	5,37	457	42	1,27	37,4
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1 + Акварин 5 2 кг/га OP_2	5,50	461	42	1,30	37,7
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1 + Акварин 9 2 кг/га OP_2	5,59	467	42	1,31	37,6
НСР ₀₅	0,14–0,19	–	–	–	–

Примечание: *ОС – обработка семян; ** OP_1 – обработка растений в фазу кущения; *** OP_2 – обработка растений в фазу колошения.

В разрезе изучаемых лет в посевах по черному пару озимая пшеница сформировала максимальную урожайность в самом благоприятном 2017 г., которая составила по вариантам опыта 4,85–6,95 т/га; несколько ниже она была в 2016 г. – 4,05–5,70 т/га и самая низкая в 2018 г. – 3,46–4,18 т/га. В среднем за 3 года урожайность на контроле составила 4,12 т/га. Внесение минеральных удобрений в виде фона $P_{60}K_{40}$ до посева и двух азотных подкормок по N_{30} способствовало росту урожайности до 4,73 т/га.

Следует отметить, что применение всех изучаемых биопрепаратов на удобренном фоне положительно влияло на рост урожайности в сравнении с контролем. Так, применение одного биопрепарата Экстрасол при обработке семян выразилось прибавкой урожайности 1,01 т/га, а проведение двух дополнительных обработок этим же биопрепаратом в фазы кущения и колошения увеличило прирост урожайности до 1,16 т/га.

Аналогичные данные по приросту урожайности были получены при изучении другого биопрепарата – Росток. Так, внесение одного биопрепарата Росток при обработке семян выразилось приростом урожайности до 1,00 т/га, а с использованием дополнительных подкормок по вегетации растений – до 1,19 т/га. Следует отметить, что среди биопрепаратов, используемых только для обработки семян, лучшие результаты были получены по Аквамиксу – здесь прирост урожайности составил 1,17 т/га к контролю. Дополнительное использование водорастворимых хелатных удобрений типа Акварин для обработки растений в различных сочетаниях в комплексе с препаратом

Аквамикс способствовало дальнейшему росту урожайности: 1,25; 1,38 и 1,47 т/га. Здесь максимальные показатели по урожайности сорта Нива Ставрополя в посевах по черному пару (5,59 т/га) были получены в варианте $P_{60}K_{40}$ до посева + N_{30} в фазу кущения + N_{30} в фазу колошения + Аквамикс 0,1 л/т (обработка семян) + Акварин 5 2 кг/га (в фазу кущения) + Акварин 9 2 кг/га (в фазу колошения).

Применение биопрепаратов и удобрений изменяло и показатели элементов структуры урожая. Поэтому формирование высокой урожайности напрямую зависит от каждого из элементов структуры урожая, а именно: числа колосьев на единицу площади, числа зерен и их массы с колоса и массы 1000 зерен.

В среднем за годы изучения в наших опытах при возделывании озимой пшеницы Нива Ставрополя по черному пару число колосьев на 1 м² в контроле составило 413 шт., а на удобренных вариантах увеличилось до 432–467 шт./м². Кроме того, увеличились аналогично и другие элементы структуры урожая: число зерен в колосе – с 38 шт. на контроле до 39–42 шт. на исследуемых вариантах опыта; масса зерна с одного колоса – с 1,12 до 1,18–1,31 г; масса 1000 зерен – с 35,8 до 36,5–37,7 г.

В посевах по непаровому предшественнику (льну масличному) сорт озимой пшеницы Виктория 11 сформировал более низкую урожайность во все годы изучения, чем сорт Нива Ставрополя в посевах по черному пару, в силу сложившихся более жестких условий водного и пищевого режимов почвы по этому предшественнику (табл. 2).

2. Влияние биопрепаратов и удобрений на урожайность и элементы структуры озимой пшеницы Виктория 11 по льну (2016–2018 гг.)

2. The effect of biological products on productivity of the winter wheat variety "Victoriya 11" sown after oilseed flax (2016–2018)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Количество колосьев, шт./м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерен, г
Контроль без удобрений, ОС* (водой)	2,97	357	33	0,94	35,9
Фон $N_{60}P_{60}K_{40}$ под дискование + N_{30} кущение + N_{30} колошение	3,42	379	34	0,97	36,6
Фон + Экстрасол 1 л/т	3,57	387	35	0,99	36,9
Фон + Экстрасол 1 л/т ОС + Экстрасол 1 л/га OP_1^{**} + Экстрасол 1 л/га OP_2^{***}	3,75	384	37	1,04	37,2
Фон + Росток 0,5 л/га	3,63	379	35	1,03	36,8
Фон + Росток 0,5 л/га ОС + Росток 0,5 л/га OP_1 + Росток 0,5 л/га OP_2	3,79	388	37	1,06	37,3
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС	3,62	397	36	0,99	37,2
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1	3,80	409	36	1,03	37,6

Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1 + Акварин 5 2 кг/га OP_2	3,86	414	37	1,06	37,9
Фон + Аквамикс 0,1 кг/т ОС + Акварин 5 2 кг/га OP_1 + Акварин 9 2 кг/га OP_2	3,97	415	37	1,07	38,0
НСР ₀₅	0,15-0,18	—	—	—	—

Примечание: *ОС – обработка семян; ** OP_1 – обработка растений в фазу кущения; *** OP_2 – обработка растений в фазу колошения.

В среднем за годы изучения урожайность зерна на контрольном варианте составила 2,97 т/га. Внесение минеральных удобрений в виде фона $N_{60}P_{60}K_{40}$ до посева + N_{30} в фазу кущения + N_{30} в фазу колошения выразилось увеличением урожайности на 0,45 т/га. В дальнейшем на удобренном фоне одноразовое применение биопрепаратов Экстрасол, Росток и Аквамикс при обработке семян повысило прибавку урожая до 0,60; 0,66 и 0,65 т/га соответственно. Дополнительное применение к этим вариантам двух обработок по вегетации растений указанными биопрепаратами послужило дальнейшему росту урожайности на 0,78; 0,82 и 0,89 т/га.

Однако максимальная урожайность озимой пшеницы Виктория 11 в посевах по льну (3,97 т/га, в том числе прибавка к контролю 1,0 т/га) была получена в варианте, включающем в себя комплексное применение минеральных удобрений и биопрепаратов в следующем составе: $N_{60}P_{60}K_{40}$ до посева + N_{30} в фазу кущения + N_{30} в фазу колошения + Аквамикс 0,1 кг/т – обработка семян + Акварин 5 – 2 кг/га в кущение + Акварин 9 – 2 кг/га в фазу колошения.

Формирование урожайности озимой пшеницы Виктория 11 определялось формированием элементов структуры урожая, которые в наших опытах изменялись под действием погодных условий и внесения удобрений и биопрепаратов.

В разрезе изучаемых лет нами не установлено четкой закономерности изменения величины отдельных элементов структуры урожая в зависимости от погодных условий года. Так, наибольшее количество продуктивных стеблей озимой пшеницы в целом по опыту сформировалось в 2016 г. – 386–454 шт./м², а наименьшее в 2018 г. – 344–377 шт./м². Максимальное число зерен в колосе в количестве 36–41 шт. и масса 1000 зерен 43,0–44,5 г были отмечены нами в 2017 г., а самые низкие – 31–36 шт. и 30,2–33,7 г соответственно – в 2016 г. Более высокая масса зерна с 1 колоса была в 2016 г. (0,94–1,14 г), а меньшая – в 2018 г. (0,90–1,01 г).

В среднем за 3 года число колосьев на контроле составило 357 шт./м² против исследуемых вариантов 379–415 шт./м², то есть удобрения и биопрепараты так же, как и в посевах по черному пару, увеличивали этот и другие показатели элементов структуры урожая. Так, количество зерен в колосе увеличилось с 33 до 34–37 шт.; масса зерна с 1 колоса – с 0,94 до 0,97–1,07 г и масса 1000 зерен – с 35,9 до 36,6–38,0 г соответственно.

Подводя итог по результатам исследования элементов структуры урожая сортов озимой пшеницы Нива Ставрополя в посевах по черному пару и Виктория 11 по льну, необходимо отметить, что только при их оптимальном сочетании возможно получение максимальной урожайности при совместном применении биопрепаратов и удобрений.

Выводы

1. В условиях южной зоны Ростовской области применение биопрепаратов Экстрасол, Росток, Аквамикс и водорастворимых удобрений Акварин 5 и Акварин 9 на удобренном агрофоне положительно влияло на рост урожайности озимой пшеницы.

2. Максимальную урожайность зерна сорт озимой пшеницы Нива Ставрополя по предшественнику черный пар (5,59 т/га) и сорт Виктория 11 по предшественнику лен масличный (3,97 т/га) формировали при совместном применении удобрений и биопрепаратов в следующем варианте: до посева $P_{60}K_{40}$ (по пару) и $N_{60}P_{60}K_{40}$ (по льну) + N_{30} в фазу кущения + N_{30} в фазу колошения + Аквамикс (0,1 л/т – обработка семян) + Акварин 5 (2 кг/га в кущение) + Акварин 9 (2 кг/га в фазу колошения).

3. Применение удобрений и биопрепаратов изменяло показатели элементов структуры урожая у изучаемых сортов озимой пшеницы. Их положительное влияние выражалось в увеличении числа продуктивных стеблей на единице площади, озерненности колоса, массы 1000 зерен и массы зерна с колоса, что и способствовало повышению урожайности.

Библиографические ссылки

- Алабушев А. В., Янковский Н. Г., Овсянникова Г. В. Применение жидких комплексных удобрений в растениеводстве. Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2009. С. 10–11.
- Гармаш Н. Ю., Гармаш Г. А. Комплексное применение гуминовых препаратов и микроэлементов в интенсивных технологиях производства зерновых культур // Биологические препараты и регуляторы роста растений в сельском хозяйстве: сб. материалов VI Междунар. конференции Radostim 2010 (24–25 ноября 2010 г.). Краснодар: КубГАУ, 2010. С. 88–89.
- Грабовец А. И., Фоменко М. А. Озимая пшеница. Ростов н/Д.: Юг, 2007. 600 с.
- Закиров Э. Ш., Сагитова Р. Н. Влияние хелатных микроудобрений на урожайность и качественные характеристики растениеводческой продукции // Агрохимический вестник. 2014. № 4. С. 9–12.
- Малюга Н. Г. Агротехнология, урожай и качество зерна озимой пшеницы на Кубани. Краснодар, 2004. 250 с.
- Муравин Э. А., Титова В. И. Агрохимия. М.: КолосС, 2010. 463 с.
- Осипова П. М., Дорошко Г. Р. Применение удобрений микроэлементов и регуляторов роста в сельском хозяйстве. Ставрополь, 1981. С. 50–56.
- Рудометкина В. М., Васильева Н. А. Рациональное использование минеральных удобрений // Рынок АПК. 2014. № 10(132). С. 18–19.
- Хорошкин А. Б. Листовые подкормки микроудобрениями зерновых культур // Поле деятельности. 2012. № 3. С. 28–30.

References

1. Alabushev A. V., Yankovskij N. G., Ovsyannikova G. V. *Primenenie zhidkih kompleksnyh udobrenij v rastenievodstve* [The use of liquid complex fertilizers in plant breeding]. Rostov n/D.: ZAO "Kniga", 2009. S. 10–11.
2. Garmash N. Yu., Garmash G. A. *Kompleksnoe primeneniye guminovykh preparatov i mikroelementov v intensivnykh tekhnologiyah proizvodstva zernovykh kul'tur* [The integrated use of humus preparations and microelements in intensive production technologies for grain crops] // *Biologicheskie preparaty i regulatory rosta rastenij v sel'skom hozyajstve: sb. materialov VI Mezhdunar. konferencii Radostim 2010 (24–25 noyabrya 2010 g.)*. Krasnodar: KubGAU, 2010. S. 88–89.
3. Grabovec A. I., Fomenko M. A. *Ozimaya pshenica* [Winter wheat]. Rostov n/D.: Yug, 2007. 600 s.
4. Zakirov E. Sh., Sagitova R. N. *Vliyanie helatnykh mikroudobrenij na urozhajnost' i kachestvennyye harakteristiki rastenievodcheskoj produkcii* [The effect of chelated micronutrient fertilizers on qualitative characteristics of grain production] // *Agrohimicheskij vestnik*. 2014. № 4. S. 9–12.
5. Malyuga N. G. *Agrotekhnologiya, urozhaj i kachestvo zerna ozimoj pshenicy na Kubani* [Agrotechnology, harvest and grain quality of winter wheat in the Kuban area]. Krasnodar, 2004. 250 s.
6. Muravin E. A., Titova V. I. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry]. M.: KolosS, 2010. 463 s.
7. Osipova P. M., Dorozhko G. R. *Primeneniye udobrenij mikroelementov i regulyatorov rosta v sel'skom hozyajstve* [The use of micronutrient fertilizers and growth regulators in agriculture]. Stavropol', 1981. S. 50–56.
8. Rudometkina V. M., Vasil'eva N. A. *Racional'noe ispol'zovanie mineral'nykh udobrenij* [Rational use of mineral fertilizers] // *Rynok APK*. 2014. № 10(132). S. 18–19.
9. Horoshkin A. B. *Listovye podkormki mikroudobreniyami zernovykh kul'tur* [Foliage feeding with microfertilizers of grain crops] // *Pole deyatel'nosti*. 2012. № 3. S. 28–30.

Поступила: 30.10.19; принята к публикации: 19.11.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Бельтюков Л. П. – концептуализация исследования; Репка Д. А. – подготовка опыта, выполнение полевых, лабораторных опытов и сбор данных; Репка Д. А., Бельтюков Л. П. – анализ данных и их интерпретация; Гордеева Ю. В. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.