

СТРУКТУРА УРОЖАЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ НОВЫХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ

© 2023. Т. В. Шайкова, М. В. Дятлова, Е. С. Волкова
ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»
г. Тверь, Российская Федерация

Научнообоснованная система применения удобрений с учетом биологических и физиологических особенностей сельскохозяйственных культур, почвенных условий, а также факторов внешней среды – основа получения высоких и устойчивых урожаев зерновых культур, в том числе и озимой пшеницы. Применение новых комплексных удобрений обеспечивает растения необходимыми макро- и микроэлементами в критически важные фазы развития. Это ведет к снижению химической нагрузки на растения и почву, что в конечном итоге способствует экологизации земледелия и получению чистой растениеводческой продукции. Установлено, что количество стеблей, в том числе продуктивных, в процессе онтогенеза озимой пшеницы постепенно снижалось, с фазы трубкования к моменту уборки более чем в 2 раза. Инокуляция семян перед посевом комплексным препаратом Микромак оказывала положительное влияние на высоту растений пшеницы, длину и озерненность колоса, массу 1000 зерен. Максимальное количество зерен в колосе (27 штук) и выполненность зерна было в вариантах с применением в период вегетации препаратов Кодафол и Страда N на фоне $N_{40}P_{50}K_{70}+N_{20}$. Как в блоке без инокуляции семян перед посевом, так и в блоке с обработкой семян основная роль в получении высоких урожаев принадлежала основным минеральным удобрениям, вносимым перед посевом в дозе $N_{40}P_{50}K_{70}$ и подкормке в весенний период азотом. Комплексные удобрения являлись дополнительным фактором увеличения продуктивности озимой пшеницы, причем заметную роль в этом занимала предпосевная обработка семян комплексным удобрением Микромак. Применение комплексных удобрений Кодафол, Микроэл и Страда N в период вегетации положительно отразилось на структуре урожая и его величине.

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

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2019-0010).

Для цитирования: Шайкова Т.В., Дятлова М.В., Волкова Е.С. Структура урожая озимой пшеницы при внесении новых комплексных удобрений. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2023; 1(3): (44-50). DOI: 10.54016/SVITOK.2023.21.42.006

Поступила: 30.01.2023 Принята к публикации: 22.02.2023 Опубликована: 28.03.2023

THE STRUCTURE OF THE WINTER WHEAT HARVEST WHEN APPLYING NEW COMPLEX FERTILIZERS

© 2023. T. V. Shaykova, M. V. Diatlova, E. S. Volkova
Federal Research Center for Bast Fiber Crops
Tver, Russian Federation

A scientifically based system of fertilizer application, taking into account the biological and physiological characteristics of crops, soil conditions, degree of acidity, stocks of macro- and microelements in soils, as well as environmental factors, is the basis for obtaining high and sustainable yields of grain crops, including winter wheat. The use of new complex fertilizers provides plants with the necessary macro- and microelements in critical phases of development. This leads to a decrease in the chemical load on plants and soil, which ultimately contributes to the ecology of agriculture and the production of clean crop products. It

has been established that the number of stems, including productive ones, gradually decreases in the process of winter wheat ontogeny, more than 2 times from the budding phase to the time of harvesting. Inoculation of seeds before sowing with the complex preparation Micromak had a positive effect on the height of wheat plants, the length of the ear, the lake content and the mass of 1000 grains. The maximum number of grains in the ear (27 pieces) and the performance of the grain was in the variants with the use of Kodafol and Strada N preparations during the growing season on backgrounds of $N_{40}P_{50}K_{70} + N_{20}$. As in the block without seed inoculation before sowing, and in the block with seed treatment, the main role in obtaining high yields belongs to the main mineral fertilizers applied before sowing $N_{40}P_{50}K_{70}$ and fertilizing in the spring with nitrogen. Complex fertilizers are an additional factor in increasing the productivity of winter wheat, and a significant role in this is played by pre-sowing treatment of seeds with complex fertilizer Micromak. The use of complex fertilizers Kodafol, Microel and Strada N during the growing season had a positive effect on the structure of the crop and its size.

Keywords: winter wheat, crop structure, complex fertilizers, grain yield.

Acknowledgements: the work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal State Budgetary Research Institution "Federal Research Center for Bast Fiber Crops" (topic No FGSS 2019-0010).

For citation: Shaykova T.V., Diatlova M.V., Volkova E.S. The structure of the winter wheat harvest when applying new complex fertilizers. Technical crops. Scientific agricultural journal. 2023; 1(3): (44-50). DOI: 10.54016/SVITOK.2023.21.42.006

Received: 30.01.2023 Accepted for publication: 22.02.2023 Published online: 28.03.2023

Введение. Данные мировой статистики свидетельствует о том, что за последние 40 лет на долю минеральных удобрений приходится 40% прироста производства продовольствия. Объем мирового потребления минеральных удобрений за сезон 2020-2021 гг. составил 203,8 млн. тонн, из которых более 50% (113,7 млн тонн) приходится на азотные удобрения, на фосфорные и калийные – 24% и 20% соответственно. В основных сельскохозяйственных регионах Российской Федерации объемы внесения минеральных удобрений несопоставимы с мировой практикой, средний уровень их внесения в целом по стране остается на низком уровне (мировая практика: в Европейском союзе – 130, в Латинской Америке – 90, в Китае – 440-526, Бельгии – 276-322, Германии – 199-206, США – 134 кг/га). По среднемировым показателям Россия уступает другим странам почти в 5 раз (приблизительно в 100 кг/га). В настоящее время в среднем в России под зерновые культуры применяют всего лишь 35-40 кг НРК/га посевной площади [7].

Согласно долгосрочному прогнозу социально-экономического развития РФ на период до 2030 г., намечено значительно увеличить объем производства зерна и довести его к 2030 г. до 145-150 млн т. Для этого необхо-

димо довести среднюю урожайность зерновых культур в целом по стране до 36-38 ц/га [1].

Управлять процессом питания и получать необходимый эффект в формировании качественной растениеводческой продукции можно лишь при научно-обоснованном применении удобрений с учетом биологических и физиологических особенностей сельскохозяйственных культур, почвенных условий, степени кислотности, запасов макро- и микроэлементов в почвах, а также факторов внешней среды [8-10]. Оптимизация питания сельскохозяйственных культур путем применения макро- и микроэлементов возможна с переходом на комплексные минеральные удобрения со сбалансированным химическим составом, учитывающим биологические требования отдельных сельскохозяйственных культур и состояние плодородия почв [3, 4]. Недостаток элементов минерального питания на посевах сельскохозяйственных культур в определенной мере нивелируется путем применения комплексных, биологических и гуминовых препаратов. Применение новых продуктов промышленного производства в виде комплексных удобрений обеспечивает растения необходимыми макро- и микроэлементами в критически важные фазы развития. Это ведет к

снижению химической нагрузки на растения и почву, что в конечном итоге способствует экологизации земледелия и получению чистой растениеводческой продукции.

Цель исследований – изучить влияние новых комплексных удобрений, способов их внесения на структуру и урожайность озимой пшеницы в условиях Псковской области.

Методика исследований. Исследования проводились на опытном участке лаборатории агротехнологий ОП Псковский НИИСХ ФГБНУ ФНЦ ЛК в соответствии с Методикой полевого опыта [2], с использованием современных методов агрохимического анализа почв и растений. Статистическую обработку результатов исследований осуществляли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову. На протяжении 3 лет (2020–2022 гг.) велись научные исследования по изучению влияния новых комплексных удобрений, таких как Микромак (для обработки семян), Кодима Р, Кодафол, Микроэл и Страда N (внесение по вегетации в фазы кушения и выхода в трубку) на элементы структуры и продуктивность озимой пшеницы.

Изучаемые универсальные комплексные удобрения по данным производителей (ООО «ВолскиБиохим», ООО «АТК СевЗапАгро») [5, 6] характеризуются следующими показателями (%):

- КодимаР: N – 7.5, K₂O – 8.2, P₂O₅ – 29.5, Fe – 0.19, Mo – 0.001, Cu – 0.05, Zn – 0.04, Mn – 0.05, B – 0.09;

- Кодафол: N – 7.30, K₂O – 21.92, P₂O₅ – 7.30, Fe – 0.13, Mo – 0.001, Cu – 0.06, Zn – 0.06, Mn – 0.06, B – 0.12;

- Микроэл: N – 0.4, K₂O – 0.03, Fe – 0.3, Mo – 0.2, Cu – 0.6, Zn – 1.3, Mn – 0.31, B – 0.15, MgO – 1.32, Co – 0.08, Cr – 0.001, Ni – 0.006, Li – 0.04, Se – 0.009, SO₃ – 5.7;

- Страда N: N – 27.0, K₂O – 3.0, P₂O₅ – 2.0, MgO – 0.15, SO₃ – 1.26, Fe – 0.03, Mn – 0.05, B – 0.016, Zn – 0.13, Cu – 0.06, Mo – 0.05, Co – 0.001, Se – 0.001.

Для предпосевной обработки семян озимой пшеницы был применен препарат Микромак – жидкое комплексное удобрение следующего состава: N – 1.7, K₂O – 3.6, P₂O₅ – 0.45, Zn – 2.7, Cu – 3.0, MgO – 1.9, Ni – 0.013, Li – 0.048, Co – 0.17, Fe – 0.04, Mn – 0.28, Cr – 0.011, Mo – 0.61, V – 0.084, Se – 0.013, B – 0.4, S – 4.6.

Нормы внесения препаратов по вегетации: Кодима Р – 1 л/га, Кодафол – 2 л/га, Микроэл – 0,2 л/га, Страда N – 3 л/га.

Научно-исследовательская работа велась в звене севооборота пар – озимая пшеница по следующей схеме:

- 1) контроль,
- 2) N₄₀P₅₀K₇₀ – фон 1,
- 3) фон 1 + Кодима Р,
- 4) фон 1 + Кодафол,
- 5) фон 1 + Микроэл,
- 6) фон 1 + Страда N,
- 7) N₄₀P₅₀K₇₀ + N₂₀ – фон 2,
- 8) фон 2 + Кодима Р,
- 9) фон 2 + Кодафол,
- 10) фон 2 + Микроэл,
- 11) фон 2 + Страда N.

Посевы озимой пшеницы сорта Скипетр проводились в первой декаде сентября с нормой высева 5,5 млн шт./га. Площадь опытной делянки – 19,5 м², повторность – 4-кратная.

Агрохимическая характеристика опытных участков: рН_{KCl} – 6,2–6,4, содержание подвижного фосфора – 318–390 мг/кг почвы, обменного калия – 138–146 мг/кг почвы, содержание гумуса – 2,1%.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований проведен анализ структурных элементов продуктивности озимой пшеницы, определяющий величину полученной урожайности.

Отдельные элементы урожайности, например, количество стеблей, в том числе продуктивных в процессе онтогенеза озимой пшеницы, постепенно снижалось. Количество стеблей, приходящихся на 1 растение озимой пшеницы, в осенний период составляло по вариантам опыта в среднем от 3,2 до 3,8 штуки. После перезимовки их количество снизилось до 2,1 – 2,6 штуки. При переходе от вегетативной к генеративной фазе развития кушение обычно прекращается, и на конусе нарастания, основе будущего колоса, образуются колосковые бугорки. В этот период развития растения остро реагируют на почвенно-климатические условия произрастания, обеспеченность элементами

минерального питания, соблюдение агротехнологии возделывания. Из-за сложившихся погодных условий в период вегетации количество продуктивных стеблей начиная с фазы трубкования к моменту уборки постепенно снижалось до величины 1,1 – 1,3 штуки.

Применение минеральных удобрений (различных видов, способов их внесения, химического состава и др.) в той или иной степени оказывало влияние на основные структурные элементы продуктивности. В этой связи

анализ отдельных элементов урожая, определяющих величину и качество его, позволяет полнее определить взаимоотношения между растением пшеницы и средой в разные периоды вегетации. Для пшеницы основными элементами урожая являются: густота продуктивного стеблестоя, озерненность колоса и выполненность зерна. Данные анализа морфометрических признаков структуры урожая озимой пшеницы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Элементы структуры растений озимой пшеницы в период уборки (2020-2022 гг.)

№	Варианты опыта	Высота растений, см	Коэффициент продуктивной кустистости	Масса 1000 семян, г	Структура колоса		
					длина, см	масса зерна, г	число зерен в колосе, шт.
Без обработки семян							
1	Контроль (без удобр.)	62	1,2	40,1	5,6	0,78	17
2	N ₄₀ P ₅₀ K ₇₀ – фон 1	65	1,1	40,9	5,8	0,84	18
3	Фон 1 + КодимаР	68	1,1	41,6	5,9	0,94	19
4	Фон 1 + Кодафол	70	1,1	43,0	6,2	1,03	21
5	Фон 1 + Микроэл	71	1,2	42,1	6,1	0,98	21
6	Фон 1 + Страда N	71	1,2	42,7	6,2	1,01	21
7	N ₄₀ P ₅₀ K ₇₀ + N ₂₀ – фон 2	74	1,1	42,9	6,2	1,01	22
8	Фон 2 + КодимаР	75	1,1	43,7	6,6	1,15	23
9	Фон 2 + Кодафол	75	1,1	43,7	6,6	1,17	24
10	Фон 2 + Микроэл	71	1,1	41,8	6,4	1,07	23
11	Фон 2 + Страда N	75	1,2	42,4	6,8	1,14	25
среднее		71	1,1	42,3	6,2	1,01	21
С предпосевной обработкой семян							
1	Контроль (без удобр.)	64	1,2	41,0	6,2	0,91	19
2	N ₄₀ P ₅₀ K ₇₀ – фон 1	69	1,2	43,5	6,6	1,10	23
3	Фон 1 + КодимаР	69	1,2	43,5	6,4	1,08	22
4	Фон 1 + Кодафол	71	1,3	43,9	6,6	1,14	23
5	Фон 1 + Микроэл	72	1,2	44,1	6,5	1,15	23
6	Фон 1 + Страда N	70	1,3	44,0	6,5	1,18	24
7	N ₄₀ P ₅₀ K ₇₀ + N ₂₀ – фон 2	74	1,2	44,1	6,7	1,25	25
8	Фон 2 + КодимаР	76	1,2	43,9	6,6	1,17	25
9	Фон 2 + Кодафол	75	1,3	44,6	6,9	1,29	26
10	Фон 2 + Микроэл	75	1,3	44,0	6,8	1,22	26
11	Фон 2 + Страда N	76	1,3	43,8	6,8	1,27	27
среднее		72	1,2	43,7	6,6	1,16	24
НСР ₀₅		3,9	0,2	1,5	0,6	0,18	3,6

В среднем за 3 года исследований положительное влияние на все морфологические элементы продуктивности озимой пшеницы оказала инокуляция семян перед посевом комплексным препаратом Микромак. К концу вегетации растения озимой пшеницы в вариантах с обработанными семенами перед посевом были на 1,1 см выше растений без применения обработки. Такая положительная динамика прослеживается и в отношении массы 1000 семян (превышение на 1,4 грамма), длины колоса (+ 0,4 см) и его озерненности (24 зерен против 21). С максимальным количеством зерен в колосе (27 штук) и массой зерна 1,27 грамм отмечены варианты с применением в период вегетации на повышенном фоне удобрения препарата Страда N, по 26 штук зерен в колосе сформировалось в вариантах с внесением по вегетации препаратов Кодафол и Микроэл.

Климатические условия произрастания озимой пшеницы в периоды вегетации 2020-2022 годов сложились практически идентично по температурному режиму и количеству

выпавших осадков. Жаркая сухая погода, отсутствие влаги в самые критичные периоды формирования семенной продуктивности – от фазы выхода в трубку до молочной спелости зерна (ГТК 2020 г. – 0,97; ГТК 2021г. – 0,67; ГТК 2022 г. – от 0,44 в 3-й декаде июня до 0,95 в 1-ю декаду июля) не могло не сказаться отрицательно на выполненности зерна, семена сформировались щуплыми, масса 1000 семян варьировала по вариантам и составила в среднем за 3 года от 40,1 до 44,6 грамма. В этой связи анализ отдельных элементов урожая и определяет величину и его качество.

В среднем за 3 года применение минеральных удобрений в сочетании с комплексными препаратами способствовало повышению зерновой продуктивности озимой пшеницы на 3,0-9,5 ц/га (рис. 1, 2). Применяемые в исследованиях комплексные удобрения практически все способствовали увеличению урожайности зерна на фоне минеральных удобрений в дозе $N_{40}P_{50}K_{70}$. Подкормка озимой пшеницы в фазу кущения азотом в дозе 20 кг/га д.в. снижала их эффективность.

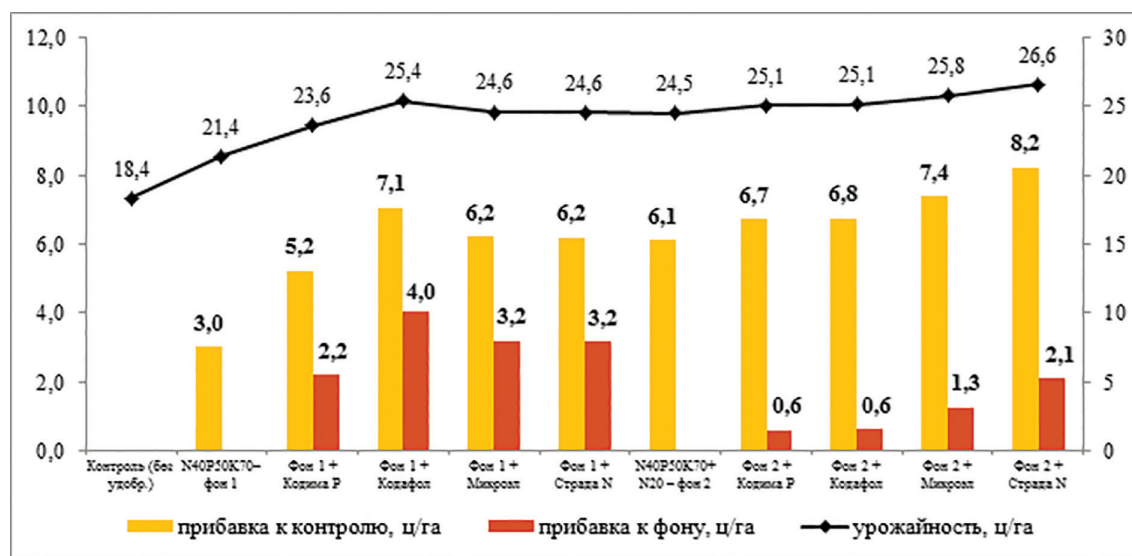


Рисунок 1. Урожайность зерна озимой пшеницы и прибавки при применении препаратов по вариантам опыта без предпосевной обработки семян (НСР_{05 ц/га} – 1,4)

Обработка семян пшеницы перед посевом препаратом Микромак по всем вариантам опыта оказала положительное влияние на зерновую урожайность. Прибавка урожая от данного способа и препарата составила от 3,0 до 4,7 ц/га.

Дополнительное применение азотной подкормки в весенний период в дозе N_{20} способствовало увеличению в целом урожайности зерна пшеницы, снижая при этом результативность вносимых внекорневым способом комплексных удобрений, о чем свидетельствуют данные диаграмм.

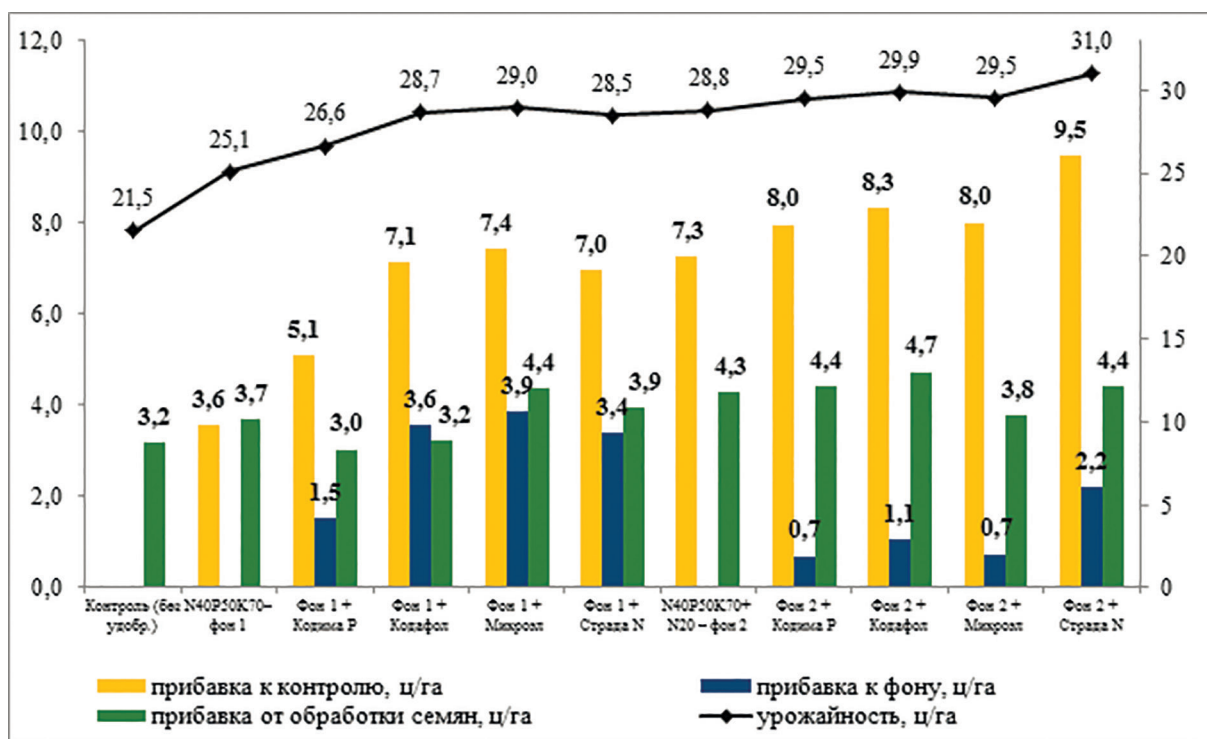


Рисунок 2. Урожайность зерна озимой пшеницы и прибавки при применении препаратов по вариантам опыта с предпосевной обработкой семян ($HCP_{05ц/га} - 1,5$)

Характер влияния комплексных удобрений с предпосевной обработкой семян наглядно отображен на рисунке 2. Даже на контрольном варианте только за счет предпосевной обработки семян получена прибавка зерна 3,2 ц/га. В этом блоке данных прослеживается тенденция равнозначной эффективности изучаемых комплексных удобрений на первом минеральном фоне $N_{40}P_{50}K_{70}$. Прибавки урожая зерна к фону составили от 1,5 до 3,9 ц/га. На повышенном фоне питания с дополнительным внесением азотных удобрений изучаемые комплексные удобрения снижали свою эффективность, за исключением удобрения Страда N, где прибавка урожая зерна от применения этого препарата в среднем за 3 года составила 2,2 ц/га.

Выводы. Как в блоке данных без обработки семян перед посевом, так и в блоке с обработкой семян основная роль в получении высоких урожаев принадлежала основным минеральным удобрениям, вносимым перед посевом в дозе $N_{40}P_{50}K_{70}$ и подкормке в весенний период азотом. Комплексные удобрения являлись дополнительным фактором увеличения продуктивности озимой пшеницы, причем заметную роль в этом занимала предпосевная обработка семян комплексным удобрением Микроэл. Применение комплексных удобрений Кодафол, Микроэл и Страда N в период вегетации положительно отразилось на структуре урожая и его величине.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтухов А.И., Сычев В.Г., Винничек Л.Б. Развитие производства и рынка минеральных удобрений // Плодородие. – 2019. – № 3 (108). – С. 6-9.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1985. – 416 с.
3. Лапа В.В. Повышение плодородия почв и эффективности применения удобрений – основные приоритеты в развитии агрохимических исследований (на примере Республики Беларусь) // Плодородие. – 2019. – № 3 (108). – С. 3-6.
4. Осипов А.И., Шкрабак Е.С. Роль некорневого питания в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – № 54. – С. 44-52.
5. ООО «ВолскиБиохим» [Электронный ресурс]: &SECTIONID=725085 (дата обращения 11.01.2023)
6. ООО «АТКСевЗапАгро» [Электронный ресурс]: (дата обращения 11.01.2023)
7. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // Агрохимия. – 2020. – № 6. – С. 3-13.
8. Шафран С.А. Вклад минеральных удобрений в формирование урожайности полевых культур. Сообщение 1. Азотные удобрения // Агрохимия. – 2021. – № 7. – С. 27-35.
9. Шафран С.А. Вклад минеральных удобрений в формирование урожайности полевых культур. Сообщение 2. Фосфорные и калийные удобрения // Агрохимия. – 2021. – № 7. – С. 9-16.
10. Шпанев А.М., Фесенко М.А., Смук В.В. Эффективность применения минеральных удобрений и интегрированной системы защиты растений в полевом севообороте на Северо-Западе РФ // Агрохимия. – 2021. – № 1. – С. 12-22.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шайкова Татьяна Васильевна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: 0000-0001-7309-5328, e-mail: t.shaykova.psk@fncl.ru

Дятлова Марина Владимировна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: 0000-0003-4651-1263, e-mail: m.dyatlova.psk@fncl.ru

Волкова Елена Сергеевна, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, ORCID: 0000-0002-1762-095, e-mail: e.volkova.psk@fncl.ru

Tatyana V. Shaykova, PhD in Agricultural science, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID 0000-0001-7309-5328, e-mail: t.shaykova.psk@fncl.ru

Marina V. Dyatlova, PhD in Agricultural science, leading researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID 0000-0003-4651-1263, e-mail: m.dyatlova.psk@fncl.ru

Elena S. Volkova, senior researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russian Federation, 170041, ORCID0000-0002-1762-0957, e-mail: e.volkova.psk@fncl.ru