

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.50.4>

**ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО
ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ**

Научная статья

Серегина И.И.^{1,*}, Анка М.², Мещерякова Е.А.³

¹ORCID : 0000-0002-2400-4159;

^{1,2,3} Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (seregina.i[at]inbox.ru)

Аннотация

В микрополевым опыте были испытаны различные препараты на сорте яровой пшеницы Злата на разных уровнях азота. Повышение урожайности зерновых культур, являющихся основой продовольственной безопасности человечества, основано на совершенствовании технологических приемов, в том числе и на применении современных препаратов, необходимые для регулирования роста и развития растений. Сохраняется актуальность этой задачи на фоне расширяющегося ассортимента сортов пшеницы и спектра применяемых препаратов. Целью исследований было испытание эффективности препаратов различного значения в формировании урожайности и качества растений яровой пшеницы на разных уровнях азота. Достижение задач исследований было осуществлено в мелкоделяночном полевым опыте на опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Исследовали на двух уровнях азотного питания (без внесения азотных удобрений – N0; и при внесении азотных удобрений – N90) эффективность пяти препаратов (Биодукс, Эпин-Экстра, Эмистим, Феровит и Харди), которыми обрабатывали растения два раза в фазы кущения и выхода в трубку. Для статистической обработки данных исследования использовался однофакторный дисперсионный анализ. По результатам эксперимента, показано увеличение значений показателя урожайности на обоих фонах азотного питания. На фоне естественного плодородия почвы все препараты оказали существенное стимулирующее воздействие на урожайность изученного сорта пшеницы, особенно эффективными были препараты Эмистим, Харди и Феровит. При внесении азотных удобрений наиболее эффективными оказались препараты Биодукс, Феровит и Эмистим, которые способствовали повышению урожайности на 38%, 38% и 29% выше контроля соответственно. Величина массы 1000 зерен довольно значительно варьировала и почти в два раза превысила контрольный вариант на естественном фоне почвы в вариантах с препаратами Биодукс, Эмистим и Харди. На фоне внесения азотных удобрений разница была меньше, но все-таки отклонение отмечено в положительную сторону, где прибавка в вариантах с биопрепаратами Биодукс, Эмистим и Феровит также довольно значительна (в 1,6 раз, 1,8 раз и 1.4 раза соответственно).

Ключевые слова: азотные удобрения, биопрепараты, яровая пшеница, элементы продуктивности, урожайность, зерно, качество урожая.

**INFLUENCE OF BIODRUGS ON PRODUCTIVITY ELEMENTS, YIELD AND GRAIN QUALITY OF SPRING
WHEAT AT DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN NUTRITION**

Research article

Seregina I.I.^{1,*}, Anka M.I.², Meshcheryakova Y.A.³

¹ORCID : 0000-0002-2400-4159;

^{1,2,3} Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (seregina.i[at]inbox.ru)

Abstract

In a micro-field experiment, different drugs were tested on spring wheat variety Zlata at different levels of nitrogen. Increasing the yield of grain crops, which are the basis of food security of mankind, is based on the improvement of technological methods, including the use of modern drugs necessary to regulate the growth and development of plants. The relevance of this task remains against the background of expanding assortment of wheat varieties and the range of applied drugs. The aim of the research was to test the effectiveness of drugs of different importance in the formation of yield and quality of spring wheat plants at different levels of nitrogen. Achievement of research objectives was carried out in a small-delivery field experiment at the experimental station of the Russian State Agricultural Academy of Agricultural Sciences named after K.A. Timiryazev. The efficiency of five drugs (Biodux, Epin-Extra, Emistim, Ferovit and Hardy) was studied at two levels of nitrogen nutrition (without nitrogen fertilizers – N0; and with nitrogen fertilizers – N90), which were used to treat plants twice in the phases of tillering and tube emergence. One-factor analysis of variance was used for statistical processing of the study data. According to the results of the experiment, an increase in the values of the yield index on both backgrounds of nitrogen nutrition was shown. Upon the background of natural soil fertility, all drugs had a significant stimulating effect on the yield of the studied wheat variety, especially effective were the drugs Emistim, Hardy and Ferovit. When nitrogen fertilizers were applied, the most effective were Biodux, Ferovit and Emistim, which increased yields by 38%, 38% and 29% above the control, respectively. The value of 1000 grain weight varied quite significantly and almost twice exceeded the control variant

on the natural soil background in the variants with Biodux, Emistim and Hardy. On the background of nitrogen fertilizer application the difference was less, but still the deviation was noted in the positive direction, where the increase in the variants with biodrugs Biodux, Emistim and Ferovit is also quite significant (1.6 times, 1.8 times and 1.4 times, respectively).

Keywords: nitrogen fertilizers, biodrugs, spring wheat, elements of productivity, yield, grain, yield quality.

Введение

Использование регуляторов роста в агропроизводстве широко распространенный метод воздействия на сельскохозяйственные культуры, позволяющий прежде всего получать более высокие урожаи. Однако регуляторы роста выступают также для достижения других целей: обеспечение устойчивости растений к стрессам, к болезням и вредителям, регулирование густоты стояния посевов и индекса кущения растений, выполненность колоса, повышают процент сухого вещества в вегетативной массе растений. Многие авторы в своих работах показывают значительную эффективность применения регуляторов роста при возделывании практически всех растений: от однолетних, до многолетних культур, от травянистых до плодовых, декоративных и лесных видов. Эти соединения позволяют управлять различными сторонами физиологических процессов (ростом, развитием, цветением, плодоношением, созреванием), обеспечивая количество и качество урожая и снижение потерь при уборке и хранении сельскохозяйственной продукции [1], [3], [7], [10].

Сочетание внесения азотных удобрений и применения регуляторов растений имеет большое значение в современных технологиях выращивания зерновых культур, поскольку способствует более эффективному использованию основного элемента питания азота и тем самым является важным фактором формирования высоких урожаев с улучшением качественных показателей зерна [11], [12], [13].

Поскольку яровая пшеница в ряде регионов России занимает значительную долю в посевах зерновых культур, то испытания новых регуляторов роста, а также подбор оптимальных доз и способов воздействия этих препаратов проводят именно на этой культуре. Биостимуляторы роста Эпин-Экстра и Циркон, в условиях стресса от засухи, поддерживают адаптационные процессы растения сорта Злата за счет увеличения площади ассимиляционной поверхности стеблей, но при этом наблюдается снижение скорости развития площади листовой поверхности [14]. В ряде исследований установлено благотворное влияние стимуляторов роста на снижение уровня поражения растений вредными организмами. При предпосевной обработке яровой пшеницы препаратами Эпин Экстра, Циркон, НВ 101, янтарной кислотой отмечали снижение повреждения растений полосатой блошкой, клопом-вредная черепашка и ростковой мухой, кроме того уровень поражения корневыми гнилями снижался в вариантах обработки регуляторами роста Эпин-Экстр, янтарной кислотой и Циркон [15]. Стабилизация высокого уровня урожайности и качества зерна яровой пшеницы может быть осуществлена за счет применения биостимулятора роста Циркон [16]. Многие исследования показали важную защитную и стимулирующую роль приемов применения различных соединений, таких как Циркон, а также микроэлементов, которые регулируют рост и развитие культурных растений, в контроле производственного процесса и поддержке механизмов адаптивной защиты яровой пшеницы при воздействии стрессовых условиях, возникающие в результате засухи или загрязнения почвы элементами тяжелых металлах [17], [18], [20].

Биопрепараты Циркон и Эпин-Экстра обеспечили урожайность до 3 т/га зерновых культур в Самарской области [21]. Препараты Рибав-Экстра и Крезацин существенно активизировали фотосинтетическую деятельность растения яровой пшеницы в стрессовых неблагоприятных водно-температурных условиях [22]. Они способствовали повышению скорости ростовых процессов и увеличивали площадь листовой поверхности растений пшеницы. В условиях Белоруссии регуляторы роста Эпин-Экстра и Фитовитал повышали количество продуктивных стеблей и продуктивную кустистость растения яровой пшеницы, что позволило повысить урожайность зерна на 3,1 и 5,8 ц/га по сравнению с фоновым удобрением [23].

Биопрепарат Биодукс показал себя на сельскохозяйственных культурах как средство повышения устойчивости растений к ряду вредных организмов [24]. Предпосевная обработка растений яровой пшеницы препаратом Биодукс показала хорошую эффективность (42-77%) против корневых гнилей, что позволило улучшить фитосанитарное состояние растений и получить хороший урожай с прибавкой 0,47 т/га [25]. По данным исследования [26], биопрепарат Биодукс повышает урожайность сорта Дарья на 16% с улучшением показателей качества семян. Отмечалось, что прибавка содержания белка составляла 2,9% по отношению к контролю.

Весьма перспективными являются новые комплексные препараты, содержащие не только стимуляторы роста, но и метаболиты полезных микроорганизмов, например, метаболиты, выделяемые в окружающую среду грибом *Trichoderma atroviride* ВКПМ штамм F-1434 в сочетании с препаратами Нигор и Эликсир Урожая, которые не только повышают энергию прорастания семян и полевую всхожесть, но и увеличивают массу 1000 зерен, число сохранившихся при посеве растений, число продуктивных стеблей, способствуют накоплению сахаров в семенах, обеспечивают толерантность зерновых культур к корневым гнилям [27].

Использование различных приёмов применения регуляторов роста – предпосевная обработка и две внекорневые обработки в период вегетации растения яровой пшеницы позволяет снижать негативное влияние засушливых условий. Наибольший урожай растение был получен в случае сочетания всех способов обработки, что обусловлено эффективным положительным влиянием на количество продуктивных стеблей, а также количество зерен в колосе [28]. Однако, предпосевная обработка семян яровой пшеницы сорта Баженка биопрепаратом Эмистим Р достоверно снизила общую площадь листьев на 21,3% по сравнению с контролем, хотя при опрыскивании вегетирующих растений в фазе кущения он был эффективней других регуляторов роста и способствовал увеличению общей площади листьев на 8,7%, по сравнению с обработкой семян [29].

Существенное снижение листовых болезней яровой пшеницы было отмечено при их обработке препаратами Альбит и Эмистим Р [30]. Биопрепараты Эпин-Экстра, Феровит и сочетание его с препаратом Циркон позволяют существенно повысить белковость семян яровой пшеницы [31].

В исследованиях с Пажитником сеным отмечено положительное воздействие стимуляторов роста Циркон, Феровит, Эпин-Экстра и ретарданта Харди на накопление сахаров в семенах и устойчивость к корневым гнилям. При сочетании препаратов Циркон и Феровит в единой смеси урожайность этой кормовой культуры повысилась на 23,8% по сравнению с контролем. Биорегулятор роста Эпин-Экстра обладает сильным адаптационным воздействием, особенно на фоне низких температур и избыточного увлажнения. В жарких и засушливых условиях интенсивное адаптационное воздействие показала бинарная смесь биопрепаратов Циркон+Феровит. Ретардант Харди повышал урожайность семян только при благоприятных условиях, а показатель массы 1000 семян увеличивал в любых погодных условиях [32].

Учитывая важность вышеизложенного, целью исследований было изучение эффективности биопрепаратов, регулирующих рост растений (как стимуляторов роста, так и ретардантов), в контроле продуктивного процесса растений яровой пшеницы при различных условиях азотного питания. В задачи исследований входит изучение действия биопрепаратов на формирование урожайности пшеницы сорта Злата и связанных с ней морфологических показателей растения, а также показателей качества зерна данного сорта пшеницы.

Методы и принципы исследования

Объектом проведенного исследования была яровая пшеница сорт Злата (создатель – ФИЦ «НЕМЧИНОВКА» совместно с Рязанским НИИСХ). Высевали по 400 семян на опытную делянку. Опытты проводили с использованием общепризнанных методик [33] на учебной опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2022 году. Почва полевого участка характеризуется следующими агрохимическими показателями: pH_{KCl} – 6,2, N_g – 0,37 мг·экв/100 г почвы, S – 23,6 мг·экв/100 г, V – 98%, $N_{ц.г.}$ – 80 мг/кг почвы (I класс), количество подвижных форм фосфора в почве составляет 251 мг/кг почвы (VI класс), количество подвижных форм калия составляет 186 мг/кг (VI класс). Создали 2 уровня азотного питания:

1 – N_0 (без внесения азотных удобрений);

2 – N_{90} (вносили нитрат аммония).

Испытывали в четырех повторностях пять препаратов: Биодукс (биостимулятор роста, д.в. арахидоновая кислота по концентрации 0,3 г/л) в дозе 0,1 мл/л воды; Эпин-Экстра (биостимулятор роста, д.в. 24-эпибрассинолид по концентрации 0,025 г/л) в дозе 0,2 мл/л воды; Эмистим (биостимулятор роста, д.в. продукты метаболизма *Acremonium lichenicola* – 0,01 г/л) в дозе 0,5 мл/л воды; Феровит (биостимулятор роста, микроудобрение, д.в. Fe 75 г/л + N 40 г/л) в дозе 1 мл на 1 л воды; Харди (ретардант, д.в. α -дифенолы и эпибрассинолид) в дозе 0,5 мл/л. Обработку биопрепаратами осуществляли в период вегетации в двух фазах развития растений (1– кущение, 2 – выход в трубку). Площадь экспериментальной делянки была 1 м². Технологию возделывания была стандартной [33]. После уборки определяли урожайность, длину стебля, длину колоса, число колосков в колосе, число семян в колосе, массу 1000 зерен, а также показатели качества зерна. Для статистической обработки данных исследования использовался однофакторный дисперсионный анализ [33].

Основные результаты

Многие исследователи предпочитают совмещать предпосевную обработку семян и обработку вегетирующих растений. В эксперименте было исследовано влияние двукратной обработки биопрепаратами растений на разных фонах азотного питания. Важнейшим показателем является урожайность, но остальные характеристики тесно связаны с ним и влияние регуляторов роста на эти показатели служит важным оценочным фактором при определении эффективности препарата. В таблице 1 представлены данные по влиянию биопрепаратов на показатели урожайности и массу 1000 зерен изучаемого сорта пшеницы в разных фонах азотного питания.

Таблица 1 - Урожайность и масса 1000 зерен яровой пшеницы сорта Злата при влиянии различных препаратов на разных фонах азота

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.50.4.1>

| Вариант обработки | Урожайность, г/м ² | | Прибавка урожая, % | | Масса 1000 зерен, г | | Прибавка, % | |
|-------------------|-------------------------------|----------|--------------------|----------|---------------------|----------|-------------|----------|
| | N_0 | N_{90} | N_0 | N_{90} | N_0 | N_{90} | N_0 | N_{90} |
| Контроль | 167,8 | 184,3 | - | - | 14,6 | 22,0 | - | - |
| Биодукс | 182,1 | 354,8 | + 8,5 | + 92,5 | 40,5 | 35,4 | +177,4 | +60,9 |
| Эпин-Экстра | 221,1 | 299,9 | + 31,7 | + 62,7 | 19,3 | 22,4 | +32,2 | +1,8 |
| Эмистим | 246,9 | 339,8 | + 47,1 | + 84,4 | 31,0 | 40,2 | +112,3 | +82,7 |
| Феровит | 203,8 | 319,6 | + 21,5 | + 73,4 | 25,1 | 31,6 | +71,9 | +43,6 |
| Харди | 253,7 | 301,7 | + 51,2 | + 63,7 | 30,3 | 28,4 | +107,5 | +29,1 |
| $НСР_{05}$ | 11,6 | 15,8 | - | - | 1,3 | 1,5 | - | - |

Анализируя обзор литературы, упомянутый во введении к статье, видно важность применения биологических препаратов при возделывании различных сельскохозяйственных культур, в первую очередь пшеницы, для получения обильных урожаев. Все использованные препараты способствовали увеличению урожайности при всех условиях азотного питания. Как показывают данные таблицы 1 существенное различие по урожайности отмечено на обоих фонах. При этом на фоне N_0 все биопрепараты значительно увеличили значение этого показателя. Особенно эффективными были препараты Эмистим и Харди, которые повысили урожайность по сравнению с контролем на 47% и 51% соответственно. Наименьшую эффективность проявлял препарат Биодукс, который на этом фоне показал прибавку урожая только 9 % по сравнению с контролем. На азотном фоне (N_{90}) прибавка урожая от использованных биопрепаратов была значительно больше по сравнению с фоном (N_0). На фоне внесения азота в дозе из расчета 90 кг/га наиболее эффективными оказались биопрепараты Биодукс и Эмистим, которые повысили урожайность почти в 1,9 раз и в 1,8 раз выше контроля. Остальные препараты показали меньшие прибавки урожайности.

Важнейшим показателем для определения эффективности воздействия применяемых препаратов на урожайность является величина массы 1000 зерен, поскольку именно она отражает уровень продукционных процессов оттока и накопления питательных соединений в урожае. Как следует из данных таблицы 1, в опыте на фоне N_0 явно наблюдается положительный эффект увеличения массы 1000 зерен в вариантах с препаратами Биодукс, Эмистим и Харди в 2,8 раз, 2 раза и 2 раза выше контроля соответственно. На азотном фоне (N_{90}) прибавка в вариантах с биопрепаратами Биодукс, Эмистим и Феровит также довольно значительна (на 61%, 83% и 44% соответственно), хотя и значительно меньше, чем на более бедной по азоту почве (при N_0).

Выявлено, что определенное влияние на формирование урожайности пшеницы оказывают и другие морфологические и структурные элементы растения, участвующие в образовании генеративных органов пшеницы. В таблице 2 представлены результаты измерения количественных, морфологических и структурных признаков изучаемых растений в разных уровнях азотного питания.

Таблица 2 - Влияние биопрепаратов на морфологические структурные элементы формирования продуктивности растений яровой пшеницы сорта Злата на разных фонах азотного питания

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.50.4.2>

| Вариант обработки | Длина стебля, см | | Длина колоса, см | | Количество колосков в колосе, шт. | | Число семян в колосе, шт. | |
|-------------------|------------------|----------|------------------|----------|-----------------------------------|----------|---------------------------|----------|
| | N_0 | N_{90} | N_0 | N_{90} | N_0 | N_{90} | N_0 | N_{90} |
| Контроль | 52,0 | 52,8 | 8,3 | 8,3 | 12 | 13 | 21 | 29 |
| Биодукс | 49,3 | 52,5 | 8,8 | 7,4 | 14 | 9 | 25 | 31 |
| Эпин-Экстра | 56,7 | 56,4 | 10,3 | 8,8 | 14 | 13 | 35 | 29 |
| Эмистим | 51,4 | 55,7 | 9,2 | 8,9 | 13 | 11 | 21 | 35 |
| Феровит | 46,8 | 55,5 | 9,0 | 9,2 | 13 | 12 | 25 | 37 |
| Харди | 51,2 | 51,4 | 9,9 | 9,5 | 14 | 13 | 27 | 35 |
| НСР ₀₅ | 2,6 | 2,7 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,6 | 1,1 | 1,6 |

Как показывают данные таблицы 2, показатели длины стебля и длины колоса в большинстве вариантов существенно не изменились от уровня контроля, т.е. использованные регуляторы роста не оказали влияния на эти морфологические характеристики. Под влиянием препарата Эпин-Экстра на фоне N_0 длина стебля и длина колоса увеличились на 9% и 24%. На фоне внесения азота (N_{90}) длина стебля растений увеличивалась на 7%, 5% и 5% при использовании препаратов Эпин-Экстра, Эмистим и Феровит соответственно, а прирост длины колоса достигал 7%, 11% и 14% с препаратами Эмистим, Феровит и Харди. Влияние биопрепаратов, как и влияние фона, не было значимым на показатель числа колосков в колосе. Препараты Биодукс, Эпин-Экстра и Харди на фоне N_0 стимулировали образование колосков в колосе по сравнению с контролем, но на фоне внесения азота N_{90} отрицательное влияние на этот показатель наблюдалось в вариантах с биопрепаратами Биодукс и Эмистим, что в целом совпадает с данными других авторов [29]. Как видно из данных таблицы, большинство использованных препаратов способствовало стимуляции образования семян в колосе. При N_0 прибавка количества зерен в колосе составила 67% и 29% под влиянием биопрепаратов Эпин-Экстра и Харди, а при внесении азотных удобрений N_{90} увеличение количества зерен в колосе составила 21%, 28% и 21% при использовании биопрепаратов Эмистим, Феровит и Харди.

В технологиях выращивания пшеницы, как указывается во многих литературных источниках, производство зерна с улучшенными характеристиками качества и значительной ценностью поддерживается комбинированным применением рострегулирующих препаратов и удобрений [11], [34], [35]. В отношении пшеницы ГОСТ 9353-2016

устанавливает, что основными показателями качества зерна являются содержание белка, клейковины, индекс деформации клейковины (ИДК), содержание крахмала, натура и др. [36].

В таблице 3 приведены результаты, представляющие анализ качества муки из зерна яровой пшеницы, полученных после внекорневой обработки растений препаратами на разных азотных фонах.

Таблица 3 - Влияние биопрепаратов на качество зерна яровой пшеницы сорта Злата в различных фонах азотного питания

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.50.4.3>

| Вариант обработки | Содержание белка, % | | Содержание сырой клейковины, % | | ИДК | | Содержание крахмала, % | |
|-------------------|---------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| | N ₀ | N ₉₀ | N ₀ | N ₉₀ | N ₀ | N ₉₀ | N ₀ | N ₉₀ |
| Контроль | 13,8 | 13,3 | 25,0 | 28,6 | 99,8 | 97,9 | 50,4 | 54,3 |
| Биодукс | 13,7 | 13,6 | 23,7 | 32,0 | 81,7 | 99,9 | 63,5 | 55,0 |
| Эпин-Экстра | 13,6 | 12,2 | 29,1 | 31,7 | 96,6 | 95,9 | 55,7 | 54,8 |
| Эмистим | 11,9 | 12,9 | 26,3 | 31,0 | 87,1 | 93,5 | 60,2 | 60,8 |
| Феровит | 12,3 | 14,0 | 24,9 | 29,5 | 85,5 | 90,7 | 60,8 | 60,3 |
| Харди | 12,4 | 13,9 | 30,0 | 30,9 | 96,8 | 105,1 | 64,0 | 57,4 |
| НСР ₀₅ | 0,7 | 0,7 | 1,3 | 1,4 | 4,6 | 4,9 | 3,0 | 2,9 |

Как показали полученные данные исследования, применение азотного питания фон существенно влияло только на показатели содержания сырой клейковины и уровня ИДК полученного зерна пшеницы, а на все остальные изученные показатели – азотный фон существенно не повлиял. На фоне N₀ показатель белка зерна был меньше, чем в контроле в вариантах с биопрепаратами, а на азотном фоне N₉₀ такая тенденция отмечена в варианте с препаратом Эпин-Экстра, что согласуется с данными С.А. Семиной [31]. На обоих фонах азотного питания N₀ и N₉₀ накоплению клейковины в зерне способствовали все препараты. На фоне N₀ препараты Эпин-Экстра и Харди показали увеличение содержания сырой клейковины на 1,2 раз по сравнению с контролем, а на азотном фоне N₉₀ значения этого показателя увеличивались до 4% во всех вариантах с регуляторами роста, причем увеличение в 1,1 раз достигалось с препаратами Биодукс, Эпин-Экстра и Эмистим. Важную роль в характеристике реологических свойств клейковины (растяжимости, эластичности и др.) играет ИДК (качества клейковины), который способствует оценке хлебопекарных качеств изучаемых сортов пшеницы [37]. Показатель ИДК, к сожалению, в большинстве вариантов опыта оказался выше хорошего показателя, что связано, видимо, с особенностями культуры и сорта. Яровая пшеница обычно имеет довольно низкое качество клейковины (ИДК этого зерна превышает 90-100 единиц). На азотном фоне (N₉₀) индекс деформации клейковины, показывающий уровень качества муки, в нашем эксперименте колебался от 90 до 105 единиц. Однако на фоне N₀ в вариантах с препаратами Биодукс и Феровит этот показатель имел лучшие значения и составил соответственно 81,7 и 85,5. При оценке значений показателей качества (содержание белка, сырой клейковины и ИДК), полученное зерно изучаемого сорта пшеницы Злата в нашем эксперименте можно отнести к третьему классу технической классификации, его можно использовать в секторе хлебопекарной промышленности. Все препараты при всех уровнях азотного питания оказали положительное действие на содержание крахмала по сравнению с контролем. Более эффективными на фоне N₀ были препараты Биодукс и Харди, которые увеличили этот показатель в 1,3 раз, а на азотном фоне N₉₀ препараты Эмистим и Феровит увеличили – в 1,1 раз.

Таким образом, изученные препараты, по-видимому, оказывают свое положительное воздействие через механизмы накопления массы 1000 зерен, что и объясняет повышение урожайности. На показатели, связанные с размерами стебля и колоса, а также с числом семян и колосков в колосе, изученные препараты существенного влияния не оказали, хотя тенденции такие отмечены. Были выявлены наиболее эффективные препараты, оказывающие влияние на качественный состав зерна пшеницы сорта Злата. На показатель сырой клейковины и крахмала наибольшее действие проявили на фоне N₀ препарат Харди, на фоне N₉₀ – препарат Эмистим.

Заключение

Существенную прибавку в урожайности выявили во всех вариантах регуляторов роста на фоне естественного плодородия почвы N₀, наиболее четко у препаратов Эмистим и Харди и Феровит (при возрастании в 2 раза, 1,9 раз и 1,8 раз выше контроля), а на фоне внесения азота N₉₀ выделились как наиболее эффективные стимуляторы этого показателя Биодукс, Феровит, Эмистим (прибавки 38%, 38% и 29% выше контроля).

Масса 1000 семян довольно значительно колебалась и почти в два раза превысила контроль на фоне естественного плодородия почвы в вариантах с препаратами Биодукс, Эмистим и Харди. На фоне азотного питания N₉₀ разница была меньше, но все-таки отклонение отмечено в положительную сторону, где прибавка в вариантах с биопрепаратами Биодукс, Эмистим и Феровит также довольно значительна (на 61% и 83% и 44% соответственно), хотя и значительно меньше, чем на более бедной азотом почве.

Содержание крахмала и сырой клейковины, а также ИДК изменялись под влиянием регуляторов роста и азотного фона. Оказались наиболее эффективными препаратами по показателю сырой клейковины – Харди и Эпин-Экстра (прибавка на 1,2 раз в условиях N0), и Биодукс, Эпин-Экстра и Эмистим (прибавка на 1,1 раз в условиях N90), по показателю крахмала – Биодукс и Харди (прибавка на 1,3 раз в условиях N0), и Эмистим и Феровит (прибавка на 1,1 раз в условиях N90). На показатель сырой клейковины и крахмала наибольшее действие проявили на фоне N0 препарат Харди, на фоне N90 – препарат Эмистим.

При оценке значений показателей качества (содержание белка, сырой клейковины и ИДК), полученное зерно изучаемого сорта пшеницы Злата в нашем эксперименте можно отнести ко третьему классу технической классификации.

Финансирование

Работа подготовлена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в соответствии с соглашением № 075-15-2020-905 от 16 ноября 2020 г. о предоставлении гранта в форме субсидии из федерального бюджета Российской Федерации. Грант предоставлен на государственную поддержку создания развития Научного центра мирового уровня «Агротехнологии будущего».

Благодарности

Авторы благодарят Ректора РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Академика РАН, профессора, д.с.-х.н. Трухачева В.И., профессора кафедры химии, д.с.-х.н. Белопухова С.Л., заведующего кафедрой, д.с.-х.н. Дмитревскую И.И., доцента кафедры экологии, к.б.н. Джанчарова Т.М., ассистента кафедры агрономической, биологической химии и радиологии Исламгулову Р.Р. за помощь и поддержку проведенных исследований. Исследования проводились с использованием научного оборудования учебно-научного центра коллективного пользования «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений» РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и в рамках реализации задач НЦМУ «Агротехнологии будущего».

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

The work was prepared with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation in accordance with agreement No. 075-15-2020-905 dated November 16, 2020 on the provision of a grant in the form of a subsidy from the federal budget of the Russian Federation. The grant was provided for state support for the creation and development of the world-class Scientific Center "Agrotechnologies of the Future".

Acknowledgement

The authors express their gratitude to V.I. Trukhachev, Rector of K.A. Timiryazev Russian Academy of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Chemistry, Dr. S.L. Belopukhov, Head of the Department, Doctor of Agricultural Sciences Dmitrevskaya I.I., Associate Professor of the Department of Ecology, Doctor of Biology Dzhancharov T.M., assistant of the Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology Islamgulov R.R. for their help and support of the conducted research. The research was carried out using the scientific equipment of the educational research centre of collective use "Service Laboratory of Complex Analysis of Chemical Compounds" of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev and within the framework of implementation of the tasks of the world-class Scientific Center "Agrotechnologies of the Future".

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Иванова М.С. Применение стимуляторов роста при предпосевной обработке семян / М.С. Иванова // Аграрное образование и наука. — 2022. — № 4. — С. 60–68.
2. Перцева Е.В. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность яровой пшеницы / Е.В. Перцева, В.Г. Васин, Г.А. Бурлака // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2019. — № 3 (47). — С. 78–86.
3. Грехова И.В. Реакция яровой пшеницы на применение регуляторов и микроудобрения при протравливании семян / И.В. Грехова, Н.В. Матвеева // АВУ. — 2014. — № 1 (119).
4. Ямалиева А.М. Применение биопрепаратов при возделывании яровой пшеницы / А.М. Ямалиева, Н.Н. Апаева // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». — 2019. — № 4 (20).
5. Карпова Г.А. Влияние регуляторов роста и препарата «Поли-Фид» на фотосинтетическую деятельность и урожайность яровой пшеницы / Г.А. Карпова, Е.Ю. Фролова // Нива Поволжья. — 2014. — № 4 (33).
6. Павловская Н.Е. Изучение морфофизиологических показателей и чистой продуктивности фотосинтеза ярового ячменя, возделанного с применением биопрепаратов / Н.Е. Павловская, А.Г. Тимаков, И.В. Яковлева [и др.] // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. — 2019. — № 1 (33). — С. 153–167.
7. Зюзина Е.Н. Формирование урожайности и посевных качеств семян яровой мягкой пшеницы под влиянием регуляторов роста и бактериальных препаратов в лесостепи Поволжья: дис. ... канд. с.-х. наук / Зюзина Елена Николаевна. — Пензенская государственная сельскохозяйственная академия, 2008.

8. Никитин С.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах и динамика ростовых процессов при применении биологических препаратов / С.Н. Никитин // Успехи современного естествознания. — 2017. — № 1. — С. 33–38.
9. Трухачев В.И. Защитно-стимулирующая роль циркона в формировании урожайности яровой пшеницы в условиях загрязнения почвы цинком / В.И. Трухачев, И.И. Серегина, С.Л. Белопухов [и др.] // Плодородие. — 2022. — № 2 (125). — С. 44–49.
10. Перцева Е.В. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность яровой пшеницы / Е.В. Перцева, В.Г. Васин, Г.А. Бурлака // Вестник Ульяновской ГСХА. — 2019. — № 3 (47).
11. Ерошенко Ф.В. Азотные подкормки растений озимой пшеницы в условиях Ставропольского края / Ф.В. Ерошенко, А.А. Ерошенко, Т.В. Симатин [и др.] // Земледелие. — 2017. — № 8. — С. 18–20.
12. Васин В.Г. Фотосинтетическая деятельность и урожайность сортов ячменя при применении удобрений и стимуляторов роста / В.Г. Васин, Е.В. Карлов, А.В. Васин // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. — 2016. — № 3. — С. 15–19.
13. Исайчев В.А. Влияние регуляторов роста и удобрений на продукционные процессы и урожайность озимой пшеницы в Лесостепи Поволжья / В.А. Исайчев, В.Г. Половинкин, Е.В. Провалова // Вестник Курганской ГСХА. — 2012. — № 3. — С. 30–33.
14. Анка М. Роль препаратов Силипланта, Эпин-экстра и Циркона в формировании ассимиляционного аппарата проростков яровой пшеницы в зависимости от условий водообеспечения / М. Анка, И.И. Серегина // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. — 2024. — № 1. — С. 72–81.
15. Перцева Е.В. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность яровой пшеницы / Е.В. Перцева, В.Г. Васин, Г.А. Бурлака // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2019. — № 3 (47). — С. 78–86.
16. Кузьминых А.Н. Влияние стимуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / А.Н. Кузьминых, И.Я. Долгушева // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». — 2020. — Т. 6. — № 2. — С. 175–179.
17. Серегина И.И. Защитно-стимулирующая роль микроэлементов и регуляторов роста в растениеводстве / И.И. Серегина, С.Л. Белопухов. — М.: Проспект, 2021. — 184 с.
18. Серегина И.И. Действие обработки семян цирконом на продуктивность яровой пшеницы в различных условиях азотного питания и водообеспечения / И.И. Серегина, Е.В. Сучкова // Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. — 2003. — № 118. — С. 79–81.
19. Seregina I. Yield of spring wheat with the combined use of sodium selenite and growth regulators depending on the conditions of water supply / I. Seregina, D.A. Chernyshev, V.I. Trukhachev [et al.] // Indian Journal of Agricultural Research. — 2021. — Vol. 55. — № 6. — P. 765–768.
20. Серегина И.И. Влияние предпосевной обработки семян цинком на проростки яровой пшеницы в условиях водного стресса / И.И. Серегина, Н.Т. Ниловская, Л.В. Обуховская [и др.] // Агрохимия. — 2005. — № 8. — С. 34–38.
21. Обуценко С.В. Влияние минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность яровой пшеницы / С.В. Обуценко, В.Б. Троц // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2018. — № 4 (72). — С. 54–58.
22. Карпова Г.А. Формирование листового аппарата растений яровой мягкой пшеницы Экада 113 в агроклиматических условиях Пензенской области при использовании регуляторов роста / Г.А. Карпова, Д.Г. Теплицкая // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. — 2019. — № 7-2. — С. 53–57.
23. Коготько Е.И. Влияние макро-, микроудобрений, регуляторов роста и биопрепарата на элементы структуры и урожайность яровой пшеницы / Е.И. Коготько // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 3. — С. 113–116.
24. Пожарский В.Г. Новый регулятор роста растений Биодукс / В.Г. Пожарский // Защита и карантин растений. — 2014. — № 9. — С. 48.
25. Ямалиева А.М. Роль биопрепаратов в улучшении фитосанитарного состояния посевов и повышении урожайности зерновых культур / А.М. Ямалиева, Н.Н. Апаева // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». — 2020. — № 4 (24).
26. Лобков В.Т. Эффективность влияния биогенных препаратов на структуру урожая, урожайность и качественные показатели яровой пшеницы в условиях применения минимальной обработки почвы / В.Т. Лобков, С.Ю. Сорокина, Н.Ю. Сушенкова // Вестник аграрной науки. — 2020. — № 4 (85). — С. 16–22.
27. Павловская Н.Е. Эффективность применения биоудобрения и нового биостимулятора на яровом ячмене *Hordeum vulgare* L. / Н.Е. Павловская, И.А. Гнеушева, Н.Ю. Агеева // Вестник аграрной науки. — 2021. — № 1 (88). — С. 48–55.
28. Смирнова Ю.Д. Влияние погодных условий и жидких препаратов на продуктивность яровой пшеницы / Ю.Д. Смирнова, Н.В. Фомичева, Г.Ю. Рабинович // Международный сельскохозяйственный журнал. — 2022. — Т. 65. — № 6 (390). — С. 673–676.
29. Баталова Г.А. Влияние агропестицидов на ассимиляционную поверхность растений яровых зерновых культур / Г.А. Баталова, Ю.Е. Лисицын, О.М. Снегирева [и др.] // Достижения науки и техники АПК. — 2017. — Т. 31. — № 6. — С. 39–42.
30. Снегирева О.М. Развитие болезней яровой пшеницы сорта Баженка при применении регуляторов роста в условиях Кировской области / О.М. Снегирева, Ю.Е. Ведерников // Пермский аграрный вестник. — 2020. — № 2 (30). — С. 71–80.

31. Семина С.А. Формирование продуктивности яровой мягкой пшеницы при применении регуляторов роста и микроудобрений / С.А. Семина // Нива Поволжья. — 2010. — № 3 (16). — С. 45–49.
32. Савченко О.М. Урожайность пажитника сеного в зависимости от обработок ростостимулирующими препаратами и ретардантом / О.М. Савченко, Ф.М. Хазиева // Вестник КрасГАУ. — 2020. — № 8. — С. 3–8.
33. Кобзаренко В.И. Агрохимические методы исследований: Учебник / В.И. Кобзаренко, В.Ф. Волобуева, И.И. Серегина [и др.]. — М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. — 309 с.
34. Плечов Д.В. Влияние регуляторов роста и минеральных удобрений на урожайность и качество продукции озимой пшеницы / Д.В. Плечов, В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев // Вестник Ульяновской ГСХА. — 2015. — № 3 (31).
35. Давидянц Э.С. Влияние регуляторов роста растений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на фоне ранневесенней азотной подкормки / Э.С. Давидянц // Агрехимия. — 2022. — № 6. — С. 45–50. — DOI: 10.31857/S0002188122060047.
36. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. — М.: Стандартинформ, 2019. — 11 с.
37. Кравченко Н.С. Оценка технологических качеств зерна сортов озимой мягкой пшеницы разного экологического происхождения / Н.С. Кравченко, С.В. Подгорный, А.П. Самофалов // АБУ. — 2015. — № 12 (142).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ivanova M.S. Primenenie stimulyatorov rosta pri predposevnoj obrabotke semjan [Application of growth stimulants in pre-sowing seed treatment] / M.S. Ivanova // Agrarnoe obrazovanie i nauka [Agrarian Education and Science]. — 2022. — № 4. — P. 60–68. [in Russian]
2. Perceva E.V. Vlijanie predposevnoj obrabotki semjan na produktivnost' jarovoj pshenicy [Influence of pre-sowing seed treatment on productivity of spring wheat] / E.V. Perceva, V.G. Vasin, G.A. Burlaka // Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy]. — 2019. — № 3 (47). — P. 78–86. [in Russian]
3. Grehova I.V. Reakcija jarovoj pshenicy na primenenie reguljatorov i mikroudobrenija pri protravlivanii semjan [Response of spring wheat to application of regulators and microfertilizer during seed dressing] / I.V. Grehova, N.V. Matveeva // AVU. — 2014. — № 1 (119). [in Russian]
4. Jamalieva A.M. Primenenie biopreparatov pri vozdelevanii jarovoj pshenicy [Application of biodrugs in spring wheat cultivation] / A.M. Jamalieva, N.N. Apaeva // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Sel'skhozjajstvennye nauki. Jekonomicheskie nauki» [Bulletin of Mari State University. Series "Agricultural sciences. Economic Sciences"]. — 2019. — № 4 (20). [in Russian]
5. Karpova G.A. Vlijanie reguljatorov rosta i preparata «Poli-Fid» na fotosinteticheskuju dejatel'nost' i urozhajnost' jarovoj pshenicy [Influence of growth regulators and preparation "Poly-Feed" on photosynthetic activity and yield of spring wheat] / G.A. Karpova, E.Ju. Frolova // Niva Povolzh'ja [Niva of the Volga region]. — 2014. — № 4 (33). [in Russian]
6. Pavlovskaja N.E. Izuchenie morfofiziologičeskix pokazatelej i chistoj produktivnosti fotosinteza jarovogo jachmenja, vozdelannogo s primeneniem biopreparatov [A study of morphophysiological parameters and net photosynthetic productivity of spring barley cultivated with the use of biodrugs] / N.E. Pavlovskaja, A.G. Timakov, I.V. Jakovleva [et al.] // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii [Scientific Journal of the Russian Research Institute of Land Reclamation Problems]. — 2019. — № 1 (33). — P. 153–167. [in Russian]
7. Zjuzina E.N. Formirovanie urozhajnosti i posevnyh kachestv semjan jarovoj mjagkoj pshenicy pod vlijaniem reguljatorov rosta i bakterial'nyh preparatov v lesostepi Povolzh'ja [Formation of yield and sowing qualities of spring soft wheat seeds under the influence of growth regulators and bacterial drugs in the forest-steppe of the Volga region]: dis. ... PhD in Agricultural Sciences / Zjuzina Elena Nikolaevna. — Penza State Agricultural Academy, 2008. [in Russian]
8. Nikitin S.N. Fotosintetičeskaja dejatel'nost' rastenij v posevah i dinamika rostovyh processov pri primenenii biologičeskix preparatov [Photosynthetic activity of plants in crops and dynamics of growth processes at application of biological drugs] / S.N. Nikitin // Uspehi sovremennogo estestvoznanija [Successes of Modern Natural Science]. — 2017. — № 1. — P. 33–38. [in Russian]
9. Truhachev V.I. Zashhitno-stimulirujushhaja rol' cirkona v formirovanii urozhajnosti jarovoj pshenicy v uslovijah zagryznenija pochvy cinkom [Protective and stimulating role of zircon in the formation of spring wheat yield under conditions of soil contamination with zinc] / V.I. Truhachev, I.I. Seragina, S.L. Belopuhov [et al.] // Plodorodie [Fertility]. — 2022. — № 2 (125). — P. 44–49. [in Russian]
10. Perceva E.V. Vlijanie predposevnoj obrabotki semjan na produktivnost' jarovoj pshenicy [Influence of pre-sowing seed treatment on productivity of spring wheat] / E.V. Perceva, V.G. Vasin, G.A. Burlaka // Vestnik Ul'janovskoj GSHA [Bulletin of Ulyanovsk State Agricultural Academy]. — 2019. — № 3 (47). [in Russian]
11. Eroshenko F.V. Azotnye podkormki rastenij ozimoj pshenicy v uslovijah Stavropol'skogo kraja [Nitrogen fertilization of winter wheat plants in the conditions of Stavropol Krai] / F.V. Eroshenko, A.A. Eroshenko, T.V. Simatin [et al.] // Zemledelie [Land farming]. — 2017. — № 8. — P. 18–20. [in Russian]
12. Vasin V.G. Fotosintetičeskaja dejatel'nost' i urozhajnost' sortov jachmenja pri primenenii udobrenij i stimulyatorov rosta [Photosynthetic activity and yield of barley varieties at application of fertilizers and growth stimulants] / V.G. Vasin, E.V. Karlov, A.V. Vasin // Izvestija Samarskoj gosudarstvennoj sel'skhozjajstvennoj akademii [Proceedings of the Samara State Agricultural Academy]. — 2016. — № 3. — P. 15–19. [in Russian]
13. Isajchev V.A. Vlijanie reguljatorov rosta i udobrenij na produkcionnye processy i urozhajnost' ozimoj pshenicy v Lesostepi Povolzh'ja [Influence of growth regulators and fertilizers on production processes and yield of winter wheat in the Forest Steppe of the Volga region] / V.A. Isajchev, V.G. Polovinkin, E.V. Provalova // Vestnik Kurganskoj GSHA [Bulletin of Kurgan State Agricultural Academy]. — 2012. — № 3. — P. 30–33. [in Russian]

14. Anka M. Rol' preparatov Siliplanta, Jepin-jekstra i Cirkona v formirovanii assimiljacionnogo apparata prorostkov jarovoj pshenicy v zavisimosti ot uslovij vodoobespechenija [The role of drugs Siliplant, Epin-extra and Zircon in the formation of assimilation apparatus of spring wheat seedlings depending on water supply conditions] / M. Anka, I.I. Seregina // *Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Estestvennye nauki* [Proceedings of universities. Volga region. Natural sciences]. — 2024. — № 1. — P. 72–81. [in Russian]
15. Perceva E.V. Vlijanie predposevnoj obrabotki semjan na produktivnost' jarovoj pshenicy [Influence of pre-sowing seed treatment on productivity of spring wheat] / E.V. Perceva, V.G. Vasin, G.A. Burlaka // *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy]. — 2019. — № 3 (47). — P. 78–86. [in Russian]
16. Kuz'minyh A.N. Vlijanie stimulatorov rosta na urozhajnost' i kachestvo zerna jarovoj pshenicy [Influence of growth stimulants on yield and grain quality of spring wheat] / A.N. Kuz'minyh, I.Ja. Dolgusheva // *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Sel'skohozjajstvennye nauki. Jekonomicheskie nauki»* [Bulletin of Mari State University. Series "Agricultural sciences. Economic Sciences"]. — 2020. — Vol. 6. — № 2. — P. 175–179. [in Russian]
17. Seregina I.I. Zashhitno-stimulirujushhaja rol' mikroelementov i reguljatorov rosta v rastenievodstve [Protective and stimulating role of micronutrients and growth regulators in crop production] / I.I. Seregina, S.L. Belopuhov. — M.: Prospekt, 2021. — 184 p. [in Russian]
18. Seregina I.I. Bejstvie obrabotki semjan cirkonom na produktivnost' jarovoj pshenicy v razlichnyh uslovijah azotnogo pitanija i vodoobespechenija [Effect of seed treatment with zircon on productivity of spring wheat under different conditions of nitrogen nutrition and water supply] / I.I. Seregina, E.V. Suchkova // *Bjulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta agrohimii im. D.N. Prjanishnikova* [Bulletin of the All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov]. — 2003. — № 118. — S. 79–81. [in Russian]
19. Seregina I. Yield of spring wheat with the combined use of sodium selenite and growth regulators depending on the conditions of water supply / I. Seregina, D.A. Chernyshev, V.I. Trukhachev [et al.] // *Indian Journal of Agricultural Research*. — 2021. — Vol. 55. — № 6. — P. 765–768.
20. Seregina I.I. Vlijanie predposevnoj obrabotki semjan cinkom na prorostki jarovoj pshenicy v uslovijah vodnogo stressa [Effect of pre-sowing seed treatment with zinc on spring wheat seedlings under water stress] / I.I. Seregina, N.T. Nilovskaja, L.V. Obuhovskaja [et al.] // *Agrohimija [Agrochemistry]*. — 2005. — № 8. — P. 34–38. [in Russian]
21. Obushhenko S.V. Vlijanie mineral'nyh udobrenij i reguljatorov rosta na urozhajnost' jarovoj pshenicy [Influence of mineral fertilizers and growth regulators on spring wheat yield] / S.V. Obushhenko, V.B. Troc // *Izvestija Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Orenburg State Agrarian University]. — 2018. — № 4 (72). — P. 54–58. [in Russian]
22. Karpova G.A. Formirovanie listovogo apparata rastenij jarovoj mjagkoj pshenicy Jekada 113 v agroklimaticheskikh uslovijah Penzenskoj oblasti pri ispol'zovanii reguljatorov rosta [Formation of leaf apparatus of spring soft wheat Ekada 113 in agroclimatic conditions of Penza Oblast under the use of growth regulators] / G.A. Karpova, D.G. Teplickaja // *Mezhdunarodnyj zhurnal gumanitarnyh i estestvennyh nauk* [International Journal of Humanities and Natural Sciences]. — 2019. — № 7-2. — P. 53–57. [in Russian]
23. Kogot'ko E.I. Vlijanie makro-, mikroudobrenij, reguljatorov rosta i biopreparata na jelementy struktury i urozhajnost' jarovoj pshenicy [Influence of macro-, micro-fertilizers, growth regulators and biodrugs on elements of structure and yield of spring wheat] / E.I. Kogot'ko // *Vestnik Belorusskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii* [Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy]. — 2021. — № 3. — P. 113–116. [in Russian]
24. Pozharskij V.G. Novyj reguljator rosta rastenij Bioduks [New plant growth regulator Biodux] / V.G. Pozharskij // *Zashhita i karantin rastenij [Plant Protection and Quarantine]*. — 2014. — № 9. — P. 48. [in Russian]
25. Jamalieva A.M. Rol' biopreparatov v uluchshenii fitosanitarnogo sostojanija posevov i povyshenii urozhajnosti zernovyh kul'tur [The role of biodrugs in improving the phytosanitary condition of crops and increasing the yield of grain crops] / A.M. Jamalieva, N.N. Apaeva // *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Sel'skohozjajstvennye nauki. Jekonomicheskie nauki»* [Bulletin of Mari State University. Series "Agricultural sciences. Economic Sciences"]. — 2020. — № 4 (24). [in Russian]
26. Lobkov V.T. Jeffektivnost' vlijanija biogenykh preparatov na strukturu urozhaja, urozhajnost' i kachestvennye pokazateli jarovoj pshenicy v uslovijah primenenija minimal'noj obrabotki pochvy [Effectiveness of the influence of biogenic drugs on yield structure, yield and quality indicators of spring wheat in conditions of application of minimum tillage] / V.T. Lobkov, S.Ju. Sorokina, N.Ju. Sushenkova // *Vestnik agrarnoj nauki* [Bulletin of Agrarian Science]. — 2020. — № 4 (85). — P. 16–22. [in Russian]
27. Pavlovskaja N.E. Jeffektivnost' primenenija bioudobrenija i novogo biostimuljatora na jarovom jachmene *Hordeum vulgare* L. [Efficiency of biofertiliser and new biostimulant application on spring barley *Hordeum vulgare* L.] / N.E. Pavlovskaja, I.A. Gneusheva, N.Ju. Ageeva // *Vestnik agrarnoj nauki* [Bulletin of Agrarian Science]. — 2021. — № 1 (88). — P. 48–55. [in Russian]
28. Smirnova Ju.D. Vlijanie pogodnyh uslovij i zhidkih preparatov na produktivnost' jarovoj pshenicy [Influence of weather conditions and liquid drugs on productivity of spring wheat] / Ju.D. Smirnova, N.V. Fomicheva, G.Ju. Rabinovich // *Mezhdunarodnyj sel'skohozjajstvennyj zhurnal* [International Agricultural Journal]. — 2022. — Vol. 65. — № 6 (390). — P. 673–676. [in Russian]
29. Batalova G.A. Vlijanie agropesticidov na assimiljacionnuju poverhnost' rastenij jarovyh zernovyh kul'tur [Influence of agropesticides on the assimilative surface of spring grain crop plants] / G.A. Batalova, Ju.E. Lisicyn, O.M. Snegireva [et al.] // *Dostizhenija nauki i tehniki APK* [Achievements of science and technology in the AIC]. — 2017. — Vol. 31. — № 6. — P. 39–42. [in Russian]

30. Snigireva O.M. Razvitie boleznij jarovoj pshenicy sorta Bazhenka pri primenenii reguljatorov rosta v uslovijah Kirovskoj oblasti [Development of diseases of spring wheat variety Bazhenka at application of growth regulators in conditions of Kirov Oblast] / O.M. Snigireva, Ju.E. Vedernikov // Permskij agrarnyj vestnik [Perm Agrarian Bulletin]. — 2020. — № 2 (30). — P. 71–80. [in Russian]
31. Semina S.A. Formirovanie produktivnosti jarovoj mjagkoj pshenicy pri primenenii reguljatorov rosta i mikroudobrenij [Formation of spring soft wheat productivity at application of growth regulators and microfertilizers] / S.A. Semina // Niva Povolzh'ja [Niva of the Volga Region]. — 2010. — № 3 (16). — P. 45–49. [in Russian]
32. Savchenko O.M. Urozhajnost' pazhitnika sennogo v zavisimosti ot obrabotok rostostimulirujushhimi preparatami i retardantom [Yield of hay fenugreek depending on treatment with growth-stimulating drugs and retardant] / O.M. Savchenko, F.M. Hazieva // Vestnik KrasGAU [Bulletin of KrasSAU]. — 2020. — № 8. — P. 3–8. [in Russian]
33. Kobzarenko V.I. Agrohimicheskie metody issledovanij: Uchebnik [Agrochemical methods of research: Textbook] / V.I. Kobzarenko, V.F. Volobueva, I.I. Seregina [i dr.]. — M.: Publishing House of RSAU-MAA, 2015. — 309 p. [in Russian]
34. Plechov D.V. Vlijanie reguljatorov rosta i mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo produkcii ozimoj pshenicy [Influence of growth regulators and mineral fertilizers on yield and quality of winter wheat] / D.V. Plechov, V.A. Isajchev, N.N. Andreev // Vestnik Ul'janovskoj GSHA [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy]. — 2015. — № 3 (31). [in Russian]
35. Davidjanc Je.S. Vlijanie reguljatorov rosta rastenij na urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoj pshenicy na fone rannevesennej azotnoj podkormki [Effect of plant growth regulators on yield and grain quality of winter wheat on the background of early spring nitrogen fertilization] / Je.S. Davidjanc // Agrohimija [Agrochemistry]. — 2022. — № 6. — P. 45–50. — DOI: 10.31857/S0002188122060047. [in Russian]
36. GOST 9353-2016. Pshenica. Tehnicheskie uslovija [GOST 9353-2016. Wheat. Technical conditions]. — M.: Standartinform, 2019. — 11 p. [in Russian]
37. Kravchenko N.S. Ocenka tehnologicheskikh kachestv zerna sortov ozimoj mjagkoj pshenicy raznogo jekologicheskogo proishozhdenija [Evaluation of technological qualities of grain of winter soft wheat varieties of different ecological origin] / N.S. Kravchenko, S.V. Podgornyj, A.P. Samofalov // AVU. — 2015. — № 12 (142). [in Russian]