

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.14>

**ПРОДУКЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА РАДМИРА В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ  
ВЫРАЩИВАНИЯ**

Научная статья

**Серегина И.И.<sup>1,\*</sup>, Анка М.<sup>2</sup>, Булдыгин А.И.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-2400-4159;

<sup>1, 2, 3</sup> Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Российская Федерация

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

**Аннотация**

В модельном вегетационном опыте в почвенной культуре исследовано действие двух биопрепаратов: биостимулятор Биодукс и органоминерального биопрепарата (ОМБ) на продукционный процесс растений яровой пшеницы сорта Радмира в зависимости от условий водообеспечения. В различных условиях сельскохозяйственного производства, когда ставятся задачи получения высокого урожая сельскохозяйственных культур с улучшенными характеристиками, возникает потребность использования современных технологий выращивания. Эти технологии предполагают регулирование условий минерального питания и использование инновационных биопрепаратов, которые позволяют создать наиболее эффективную защиту растений и активизировать механизмы устойчивости растений к стрессовым реакциям, возникающим под воздействием абиотических и биотических факторов окружающей среды. Использование разных технологических приемов в зависимости от уровня обеспечения растений влагой, позволяет регулировать интенсивность фотосинтетических процессов в течение вегетационного периода и эффективность продукционного процесса растений [2], [9], [10]. Целью исследований являлось изучение эффективности биопрепаратов в регулировании продукционного процесса и контроле выхода растения яровой пшеницы в различных условиях водообеспечения. Было изучено формирование ассимиляционной поверхности растений пшеницы, урожайность и качество зерна данной культуры. Методика исследований. Для решения поставленных вопросов был проведен вегетационный опыт в почвенной культуре, где моделировали различные условия водообеспечения растений. Создавали условия оптимального водообеспечения, дефицита и избытка влаги в критический период роста растений. Объектом исследований являлась яровая пшеница сорта Радмира. В исследованиях изучали биорегулятор Биодукс и органоминеральный биопрепарат (ОМБ). Статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием однофакторного дисперсионного анализа. Результаты исследований. Результаты исследований позволили выявить роль биопрепаратов при использовании их путем обработки семян перед посевом в регулировании продукционным процессом изучаемого сорта яровой пшеницы Радмира в зависимости от условий водообеспечения почвы. Было выявлено благоприятное положительное влияние исследуемых биопрепаратов на процессы формирования урожайности растений пшеницы и также на показатели качества зерна в условиях оптимального водообеспечения и дефицита влаги в почве в критический период роста растений. В экспериментальных условиях, в которых установлена засуха, при применении биопрепаратов Биодукс и ОМБ (органоминеральный биопрепарат) наблюдалось торможение темпов нарастания ассимиляционного аппарата растений пшеницы, что, вероятно, было вызвано активизацией защитных механизмов растения. Это способствовало регулированию размеров и интенсивности оттока ассимилятов в репродуктивные органы пшеницы. В данных условиях достигалось повышение урожайности растений и получение основной продукции с улучшенными характеристиками. Установлено положительное действие органоминерального биопрепарата на процессы формирования зерновой продуктивности и показатели качества получаемой продукции в условиях переувлажнения почвы растения.

**Ключевые слова:** Биодукс, органоминеральный биопрепарат, урожайность, яровая пшеница, качество.

**PRODUCTION PROCESS OF SPRING WHEAT VARIETY RADMIRA UNDER DIFFERENT GROWING  
CONDITION**

Research article

**Seregina I.I.<sup>1,\*</sup>, Anka M.I.<sup>2</sup>, Buldigin A.I.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ORCID : 0000-0002-2400-4159;

<sup>1, 2, 3</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russian Federation

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

**Abstract**

In a model vegetation experiment in soil culture, the effect of two biopreparations: the biostimulant Biodukx and the organomineralbiopreparation (OMB) on the production process of spring wheat plants of the Radmira variety, depending on water supply conditions, was studied. In various agricultural production conditions, when the tasks are set to obtain a high yield of agricultural crops with improved characteristics, there is a need to use modern cultivation technologies. These technologies involve regulating the conditions of mineral nutrition and the use of innovative biopreparations that allow

creating the most effective plant protection and activating the mechanisms of plant resistance to stress reactions arising under the influence of abiotic and biotic environmental factors. The use of different technological methods, depending on the level of moisture supply to plants, allows regulating the intensity of photosynthetic processes during the growing season and the efficiency of the plant production process [2], [9], [10]. The aim of the research was to study the effectiveness of biopreparations in regulating the production process and controlling the yield of spring wheat plants under various water supply conditions. The formation of the assimilation surface of wheat plants, the yield and quality of wheat grain of this crop were studied. Research methods. To address the issues raised, a vegetation experiment was conducted in a soil culture, where various conditions of plant water supply were modeled. Conditions of optimal water supply, moisture deficiency and excess were created during the critical period of plant growth. The object of the research was spring wheat of the Radmira variety. The studies examined the biopreparation Biodukx and the organomineral biopreparation (OMB). Statistical processing of the research results was carried out using one-way analysis of variance. Research results. The research results allowed us to identify the role of biopreparations when used by treating seeds before sowing in regulating the production process of the studied spring wheat variety Radmira, depending on the conditions of soil water supply. A positive effect of the studied biopreparations on the processes of formation of wheat plant yield, as well as on grain quality indicators, was revealed under conditions of optimal water supply and moisture deficiency in the soil, during the critical period of plant growth. In experimental conditions, in which drought was established, when using the biopreparations Biodukx and OMB (organomineralbiopreparation), a slowdown in the growth rate of the assimilation apparatus of wheat plants was observed, which was probably caused by the activation of the plant's protective mechanisms. This contributed to the regulation of the size and intensity of the outflow of assimilates into the reproductive organs of wheat. Under these conditions, an increase in plant productivity and the production of the main product with improved characteristics were achieved. A positive effect of the organomineralbiopreparation on the processes of grain productivity formation and the quality of the resulting products under conditions of soil overmoistening was established.

**Keywords:** Biodukx, organomineralbiopreparation, productivity, spring wheat, quality.

### **Введение**

Значительная часть Российского зернового сектора занята пшеницей, зерно высшего сорта которой является ценным продуктом питания. Одним из основных факторов, ограничивающих рост растений, является условием неустойчивого увлажнения почвы. Причем условия недостатка влаги для растений чередуются с периодами избытка водообеспечения почвы. Помимо аномальных отклонений климатических условий от среднеголетних показателей, возникают изменения водно-физических свойств почвы и условий водообеспечения нижележащих горизонтов профиля почвы. Совокупность всех этих факторов оказывает существенное отрицательное влияние на урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность применяемых в сельскохозяйственной практике приемов, что обусловлено уменьшением доступных форм основных элементов питания и соответственно снижением размеров их поступления в растения [1], [2], [3], [4], [5].

Яровая пшеница отличается некоторой влаголюбивостью. Для нормального роста и достижения хорошей продуктивности ей на протяжении всего жизненного цикла требуется определенное количество воды. Наиболее подходящие условия для роста растений и использования почвенной влаги – это когда наличие влаги в корнеобитаемом слое почвы находится в пределах 60-70% ПВ [6]. Период от начала фазы выхода в трубку до фазы колошения – является критическим, когда рост растений пшеницы наиболее чувствителен к условиям увлажнения почвы. Скорость потребления влаги растениями подвержена изменению в течение вегетационного периода и зависит от многих факторов, к которым относятся: возраст растения, интенсивность его роста и развития, доступность влаги в почве, температура и степень развития корневой системы растений [7]. Недостаток или избыток влаги в первой половине вегетации является распространенной проблемой при выращивании зерновых культур, особенно яровой пшеницы. Это может привести к аномальным отклонениям основных физиологических процессов роста и развития растений, снижению темпов роста, что, в свою очередь, снижает продуктивность культуры [8].

Достижение оптимального производства сельскохозяйственных культур и продукции наилучшего качества требует использования современных технологий выращивания, которые предполагают регулирование условий минерального питания и использование инновационных биопрепаратов, которые позволяют создать наиболее эффективную защиту растений и активизировать механизмы устойчивости растений к стрессовым реакциям, возникающим под воздействием абиотических и биотических факторов окружающей среды. Использование разных технологических приемов в зависимости от уровня обеспечения растений влагой, позволяет регулировать интенсивность фотосинтеза в течение вегетационного периода и эффективность продукционного процесса растений [2], [9], [10].

К числу методов, применяемых в современных технологиях выращивания яровой пшеницы с целью получения хороших урожаев, помимо внедрения новых ценных сортов, относится применение экологически безопасных и физиологически эффективных препаратов, которые в последние годы приобрели большую популярность в результате их биологической активности и широкого спектра действия. Эти препараты, применяемые в низких концентрациях, отличаются способностью стимулировать обменные процессы, способствуют росту и развитию растений, повышают его адаптационные способности в неблагоприятных условиях окружающей среды, что позволяет получать повышенные урожаи хорошего качества [11], [12], [13], [14] и [16].

В связи с вышеизложенным, была поставлена цель исследования – изучение эффективности биопрепаратов в регулировании продукционного процесса растений яровой пшеницы в различных условиях водообеспечения. В задачи наших исследований входит изучение влияния препаратов Биодукс и органоминерального биопрепарата (ОМБ) на способность растений формировать фотосинтетическую активность в течение периода вегетации, а также на формирование урожайности и качества зерна сорта Радмира.

### Методы и принципы исследования

Для достижения целей исследования был проведен вегетационный эксперимент с выбранным в качестве объекта данного исследования сортом яровой пшеницы Радмира (*Triticumaestivum L.*). Исследовательский опыт с растениями проводился в вегетационном домике по стандартным общепринятым методикам [19] на кафедре агрономической, биологической химии и радиологии, входящей в состав института Агробиотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Выращивание исследуемых растений было в условиях почвенной культуры с использованием сосудов типа Вагнера (емкостью 5 кг почвы). В нашем эксперименте, для растения минеральное питание создавали путем внесения в почву удобрений азофоски (действующее вещество – 16:16:16) и  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (действующее вещество – 35%) в дозе из расчета  $\text{N150P100K100}$  мг на 1 кг почвы. Предпосевную обработку растений в опыте проводили препаратами Биодукс и органоминеральным биорегулятором (ОМБ).

Биодукс является универсальным многоцелевым препаратом для растений, состоящим из арахидоновой кислоты. В небольших концентрациях проявляет иммуностимулирующее действие, способствуя формированию у растений долгосрочной неспецифической системной устойчивости, а также активизирует ростовые и биологические процессы [20]. Органоминеральный биостимулятор (ОМБ) – препарат, оказывающий полифункциональное действие на растения, так как обладает способностью регуляции биохимических и физиологических процессов внутри растительных клеток. Он способствует активированию системы фотосинтеза и тем самым стимулирует рост растений [21], [22], [23].

Для исследования создавали разные условия водообеспечения: (1) оптимальное водообеспечение растений, которое устанавливалось путем полива сосудов по массе до влажности 60% ПВ на протяжении всего периода развития растения, (2) недостаточное водообеспечение растений (засуха) моделировали путем прекращения полива растений пшеницы на VI этапе органогенеза; (3) переувлажнение почвы, вызванное в результате затопления растений пшеницы в сосудах на VI этапе органогенеза. Периоды засухи и переувлажнения длились семь дней, после чего благоприятные условия для обеспечения растений водой в данных вариантах возобновлялись. Чтобы оценить влияния препаратов на растение, была измерена площадь ассимиляционной поверхности растений яровой пшеницы при оптимальном водообеспечении в три разных момента времени: в фазы выхода в трубку, колошения и цветения. В условиях засухи и переувлажнения, созданных в ходе эксперимента, образцы растений отбирали также в трех временных точках развития растения: в фазы выхода в трубку (начало стрессовых условий), в фазу колошения (окончание стрессовых условий и возобновление полива), в фазу цветения (период репарации-восстановление после прекращения созданных стрессовых условий) [24]. После уборки урожая яровой пшеницы определяли массу зерна в г/сосуд. В зерне, полученном из урожая культура определяли основные показатели качества по общепринятым методикам. Все полученные результаты исследований обрабатывались с использованием статистического метода дисперсионного анализа [19].

### Основные результаты

Интенсивность фотосинтеза, образующего основное органическое вещество в вегетирующих растениях и преобразующего солнечную энергию в энергию биомассы растений, тесно коррелирует с формированием продуктивности сельскохозяйственных растений. Факторы окружающей среды в различных почвенно-климатических зонах, и также продолжительность вегетационного периода оказывают непосредственное влияние на фотосинтетическую активность растений. Интенсивность процессов, связанных с ростом растительного организма, и скорость роста отдельных органов растений формируют величину ассимиляционного аппарата. При этом продолжительность его работы и интенсивность фотосинтетических процессов являются основными факторами, определяющими урожайность растений [25], [26], [27], [28].

Многочисленные исследования показывают, что применение стимуляторов физиолого-биохимические процессы прорастающих семян и проростков позволяет оптимизировать условия выращивания и регулировать формирование площади ассимиляционного аппарата растений. Одним из наиболее актуальных аспектов современной науки является поиск маркеров оценки потенциальной продуктивности растений и получения максимально возможного урожая растений пшеницы [29], [30], [31]. Одним из таких маркеров предполагается использовать показатели фотосинтетической активности растений яровой пшеницы в течение вегетационного периода, по которым можно оценить уровень потенциальной продуктивности растений пшеницы еще до уборки урожая с целью работы над возможными корректировками и улучшением условий питания растений.

Результаты исследования по изучению действия препаратов Биодукс и ОМБ на площадь ассимиляционной поверхности растений яровой пшеницы сорта Радмира, в вегетационном опыте, в зависимости от создаваемых условий водообеспечения растений представлены на рисунке 1.

В оптимальных условиях водообеспечения применение изучаемых препаратов способствовало увеличению площади ассимиляционной поверхности растений пшеницы в течение всего вегетационного периода. При использовании для обработки семян биопрепарата Биодукс выявлено возрастание площади фотосинтезирующей поверхности пшеницы в фазу выхода в трубку на 17%. В фазу колошения на 12%, в фазу цветения на 21% исходя из сравнения с контрольными вариантами без обработки. Обработка семян органоминеральным препаратом привела к нарастанию площади ассимиляционной поверхности растений пшеницы на 5%, 46 % и 35% соответственно выше контрольных вариантов без обработки.

В вариантах, где моделировали условия дефицита влаги в почве, в фазу колошения препарат Биодукс приводил к увеличению площади ассимиляционной поверхности опытного растения на 9% выше значения контрольного варианта. При применении органоминерального препарата площадь поверхности растений оказалась ниже контроля на 19%. В тех же условиях в фазу цветения, после окончания засушливого периода, и при возобновлении оптимального полива растений, выявлено торможение процессов роста и нарастания ассимиляционной поверхности пшеницы. В результате

чего показатели площади фотосинтетической поверхности растений при применении биопрепаратов были ниже контрольного варианта.

В условиях избыточного водообеспечения, в фазу колошения в вариантах с обработкой семян перед посевом препаратами Биодукс и органоминеральным биопрепаратом, наблюдалось увеличение площади фотосинтезирующей поверхности растений пшеницы на 31% (до 121 см<sup>2</sup>/раст. 121,7 см<sup>2</sup>/раст. против 92 см<sup>2</sup>/раст. в контрольном варианте) и 32% (до 122 см<sup>2</sup>/раст. против 92 см<sup>2</sup>/раст. в контрольном варианте). В фазу цветения, после окончания периода переувлажнения, когда возобновлялись оптимальные условия водообеспечения, возрастание площади ассимиляционной поверхности растений пшеницы получено с использованием препаратом Биодукс на 7% по сравнению с контролем без обработки. При применении биопрепарата ОМБ изменение площади ассимиляционной поверхности растений было не достоверным.

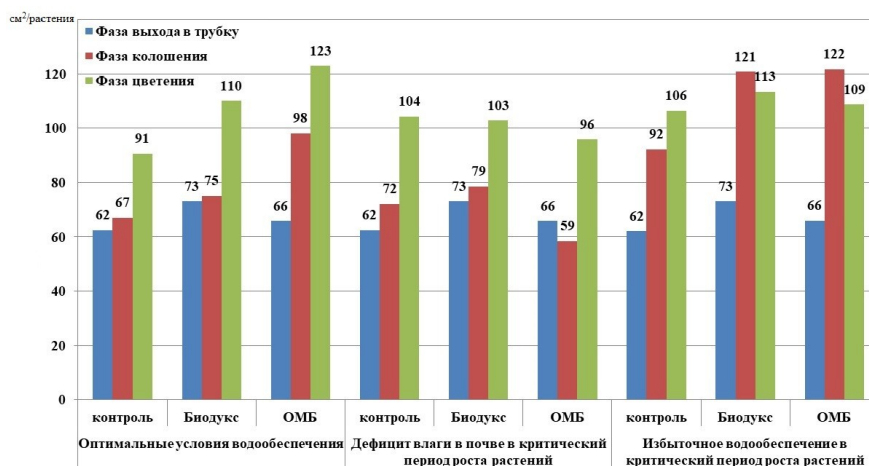


Рисунок 1 - Влияние биопрепаратов различной природы на показатель площади ассимиляционной поверхности растений яровой пшеницы в зависимости условий водообеспечения

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.14.1>

Следовательно, можно сделать вывод, что в условиях оптимального водообеспечения изучаемые препараты проявили высокую эффективность в течение всего вегетационного периода. Было выявлено нарастание ассимиляционной поверхности данного сорта растений пшеницы, что свидетельствует о влиянии действующего вещества препаратов на накопление ассимилятов, необходимых для формирования урожая зерна. В условиях засухи при применении биопрепаратов было показано, что возникновение стрессовых реакций в растениях способствует некоторому ограничению ростовых процессов растений и нарастания ассимиляционной поверхности растений пшеницы в течение всего вегетационного периода.

Высказано предположение, что сокращение площади ассимиляционной поверхности растений пшеницы, как в период воздействия засухи, так и в период репарации растений способствовало активизации энергосберегающего механизма, позволяющего путем активного оттока питательных элементов к репродуктивным органам лучше обеспечивать формирование колосьев, приводя к увеличению урожая. В условиях переувлажнения получена высокая эффективность обоих препаратов. Однако после окончания периода переувлажнения и возобновления оптимальных условий водообеспечения, также было выявлено ограничение процессов нарастания ассимиляционной поверхности пшеницы. При этом при использовании препарата Биодукс получено возрастание площади ассимиляционной поверхности растений. В то время как при использовании органоминерального биопрепарата достоверного изменения площади ассимиляционной поверхности растений не выявлено.

Урожайность сельскохозяйственных культур определяется множеством факторов, включая почвенные и климатические условия конкретного региона, используемую технологию в сельскохозяйственной сфере, биологические и сортовые особенности растения и т.д. [32], [33]. Известно, что урожайность растений является результатом способности осуществлять фотосинтетическую деятельность сельскохозяйственных растений. Интенсивность процессах фотосинтеза и ростовых функций растений, активность процессов поглощения и ассимиляции основных элементов питания, а также синтеза ассимилятов и их оттока в репродуктивные органы определяют ход продукционного процесса сельскохозяйственных культур [34], [35], [36]. Многочисленные исследования показали, что применение биопрепаратов в технологиях выращивания сельскохозяйственных культур позволяет управлять продукционным процессом растений с целью получения высокой урожайности культур с улучшенными характеристиками качества основной продукции [17], [18], [37], [38], [39].

В задачи наших исследований входило изучение эффекта обработки семян перед посевом биопрепаратом Биодукс и органоминеральным биопрепаратом при различных условиях водообеспечения на урожайность яровой пшеницы сорта Радмира (рис. 2).

В условиях оптимального водообеспечения было выявлено положительное действие препарата Биодукс на формирование урожайности растений. Прибавка массы зерна составила 21,4%. В тех же условиях достоверных изменений урожайности при использовании органоминерального биопрепарата не выявлено. В условиях засухи и переувлажнения было выявлено снижение урожайности растений. Было показано, что при выращивании растений в

стрессовых условиях произошло уменьшение массы зерна в 2,1 раз и в 1,17 раз соответственно по сравнению с вариантом, где растения выращивали в течение всего вегетационного периода при оптимальном водообеспечении. Применение препаратов оказало неодинаковое действие на формирование урожайности в условиях дефицита и избытка влаги в критический период их роста. Использование препарата Биодукс оказало положительное влияние на массу зерна яровой пшеницы, как в условиях засухи, так и в условиях переувлажнения почвы. Увеличение урожая зерна произошло в 1,55 и 1,75 раз соответственно по сравнению с вариантом без обработки препаратом. В тоже время применение органоминерального биопрепарата оказало положительное влияние на урожайность пшеницы сорта Радмира только в условиях переувлажнения почвы в критический период роста растений. Прибавка урожайности составляли только 5% по сравнению с вариантом без обработки препаратом.

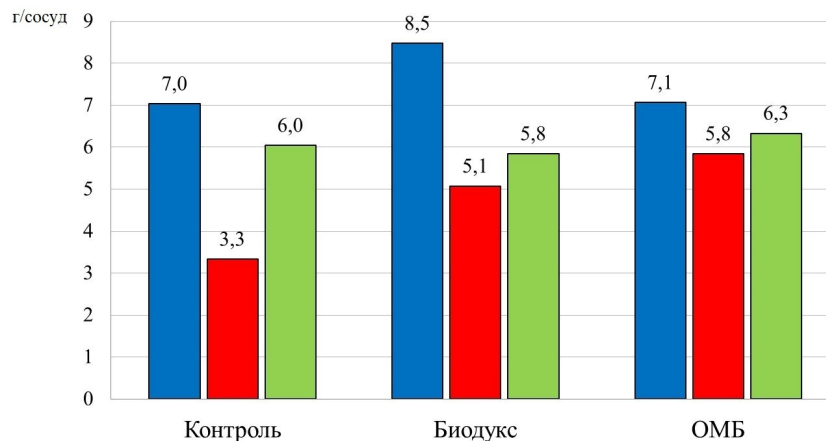


Рисунок 2 - Влияние биопрепаратов различной природы на урожайность яровой пшеницы сорта Радмира в зависимости от условий водообеспечения: синий – оптимальные условия, красный – условия засухи, зеленый – условия избыточного увлажнения

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.14.2>

Таким образом, можно сделать вывод, что эффективность исследуемых биопрепаратов при обработке семян перед посевом зависела, прежде всего, от условий водообеспечения растений. Применение биопрепарата Биодукс оказало положительное влияние на формирование урожайности растений пшеницы как в оптимальных условиях водообеспечения, так и стрессовых. В оптимальных условиях водообеспечения выявлено возрастание урожая зерна. В условиях засухи и переувлажнения почвы использование обработки семян перед посевом препаратом Биодукс способствовало повышению устойчивости растений к стрессовым реакциям и снижению депрессии урожайности яровой пшеницы. Было предположено, что в этих условиях достигалось нивелирование продукционного процесса растений, вероятно, в результате положительного воздействия действующего вещества данного препарата – арахидоновой кислоты на развитие корневой системы яровой пшеницы. Выявлено, что применение органоминерального биопрепарата проявило положительное действие на формирование урожайности яровой пшеницы сорта Радмира только в условиях переувлажнения почвы, что также было обусловлено эффективностью его действующего вещества.

Для устойчивого повышения урожайности сельскохозяйственных культур, повышения эффективности и производительности АПК мероприятия, направленные на увеличение валового производства зерна в ресурсосберегающих агротехнологиях, должны сочетаться со стремлением улучшения качественных показателей, отражающих всю совокупность биологических, химических, физических, технологических и потребительских свойств зерна, которые указывают на пригодность зерна для определенных целей промышленного использования. Крахмал, углеводы, витамины и белковые соединения, входят в число важнейших органических веществ, содержащихся в зерне пшеницы и используемых в питании человека. Содержание белка в семенах яровой пшеницы в основном определяется условиями средой выращивания растения и сортовыми признаками. В состав зерна, наряду с белком, содержатся также 2-2,5% жира, 1,5-2% золы, 2-3% клетчатки, 10-14% воды, 63-74% безазотистых соединений [15], [40], [41]. Согласно ГОСТ 9353-2016, к основным показателям качества зерна применительно к пшенице относятся белок, клейковина, индекс деформации клейковины, стекловидность, натура и др. [42]. Сочетание внесения минеральных удобрений и применения различных биопрепаратов в технологиях возделывания посевов пшеницы является важным фактором, способствующим более эффективному использованию азота и других основных элементов питания растений, что может способствовать получению продукции с улучшенными характеристиками качества [43].

В связи с этим в проведенных исследованиях было оценено влияние биопрепаратов Биодукс и ОМБ на содержание белка, сырой клейковины и стекловидность зерна яровой пшеницы сорта Радмира (табл. 1).

В оптимальных условиях водообеспечения предпосевное применение препаратов на семенах позволило повысить содержание белков в полученном зерне растения в 1,1 раз по сравнению с контрольным вариантом без обработки препаратами. Также показано положительное действие препарата Биодукс на содержание сырой клейковины. Содержание сырой клейковины в зерне увеличилось в 1,13 раз по сравнению с контрольным вариантом. Величина стекловидности в вариантах, где растения выращивали в оптимальных условиях водообеспечения изменилась. Но

осталась в пределах одного класса. Сделан вывод, что в данных условиях выращивания было получено зерно 3-его класса товарной классификации при оценке трех показателей качества. Данное зерно возможно использовать в хлебопекарных целях.

При дефиците влаги в почве, изучаемые препараты оказали неоднозначное действие на показатели качества зерна пшеницы. При применении органоминерального биопрепарата, в полученном зерне пшеницы сорта Радмира произошло увеличение содержания сырого белка в 1,12 раз, сырой клейковины в 1,06 раз по сравнению с контролем. При применении препарата Биодукс в зерне произошло увеличение содержания белка в 1,06 раз выше контроля. Величина стекловидности в зерне пшеницы в условиях засухи оказалась в пределах в пределах 50,8-55,5%, что позволяет охарактеризовать полученное зерно по 3-ему классу технической классификации.

Что касается зерна, полученного в условиях переувлажнения почвы, то увеличение содержания белка по сравнению с контролем получено при использовании препарата Биодукс в 1,12 раз, увеличение содержания сырой клейковины получено в 1,08 раз при использовании органоминерального биопрепарата. Величина показателя стекловидности получена в пределах 42,6-52,3% и полученной зерно соответствует 3-ему классу технической классификации.

Содержание клейковины определяет пищевые и хлебопекарные качества полученного зерна пшеницы. Поэтому данный показатель имеет наиболее важное значение при оценке качества зерна [44].

Таблица 1 - Показатели качества зерна яровой пшеницы под действием биопрепаратов различной природы в зависимости от условий выращивания

DOI: <https://doi.org/10.60797/JAE.2024.49.14.3>

Варианты обработки	Содержание сырого белка, %	Содержание сырой клейковины, %	Стекловидность, %
Оптимальные условия водообеспечения			
Контроль	15,0	34,1	46,6
Биодукс	16,7	38,5	47,9
ОМБ	16,5	34,1	49,5
НСР <sub>05</sub>	0,8	1,8	2,5
Условия дефицита влаги в почве			
Контроль	16,5	42,6	52,8
Биодукс	17,3	44,0	55,4
ОМБ	18,5	45,3	50,8
НСР <sub>05</sub>	0,8	2,8	2,6
Условия переувлажнения почвы			
Контроль	14,8	31,7	42,6
Биодукс	14,8	34,1	50,3
ОМБ	16,6	34,8	52,3
НСР <sub>05</sub>	0,7	1,8	2,3

### Заключение

В вегетационном опыте, проведенном в модельных условиях почвенной культуры изучено влияние биопрепаратов на формирование фотосинтетического аппарата растений яровой пшеницы, урожайность и показатели качества зерна яровой пшеницы сорта Размира. В условиях обеспечения оптимального водоснабжения растений была выявлена высокая эффективность исследуемых биопрепаратов на формирование ассимиляционной поверхности растений пшеницы. В результате применения обработки семян перед посевом биопрепаратами достигнуто возрастание площади ассимиляционной поверхности растений пшеницы в течение всего вегетационного периода. Установлено, что в стрессовых условиях, возникающих в результате дефицита или избытка влаги в критический период роста растений пшеницы, использование предпосевной обработки препаратом Биодукс и органоминеральным биопрепаратом проявило различное действие на формирование фотосинтетического аппарата и урожайности растений исследуемого сорта пшеницы. Так, в вариантах с применением биопрепаратов было выявлено ограничение процессов нарастания ассимиляционного аппарата растений как непосредственно в период засухи, так и в репарационный период после возобновления полива растениям. Скорее всего, это результат активизации в условиях засухи энергосберегающего механизма, позволяющего за счет активного оттока питательных элементов репродуктивные органы лучше обеспечивать формирование колосьев, приводя к увеличению урожая растения. В данных условиях при снижении темпов нарастания ассимиляционной поверхности растений было показано сопутствующее возрастание урожайности растений пшеницы при применении препарата Биодукс в 1,55 раз, при применении органоминерального биопрепарата в 1,75 раз. В этих условиях было выявлено положительное влияние биопрепаратов на показатели качества полученного урожая зерна. Выявлено также увеличение содержания белка и сырой клейковины в зерне пшеницы, что определяется с одной стороны увеличением размером поступления и ассимиляции основных элементов питания в

растениях пшеницы, с другой стороны активизацией процессов оттока ассимилятов из вегетативной части растений в репродуктивные органы пшеницы и позволяет получить зерно с улучшенными характеристиками качественного состава.

В условиях переувлажнения получена высокая эффективность обоих препаратов на формирование ассимиляционного аппарата растений. Однако после окончания периода переувлажнения и возобновления оптимальных условий водообеспечения также было выявлено торможение процессов нарастания ассимиляционной поверхности пшеницы. В этих условиях наилучшее действие на растения проявил органоминеральный биопрепарат, который способствовал увеличению урожая зерна пшеницы на 5% и возрастанию содержания белка и сырой клейковины в зерне, что, вероятно, обусловлено было составом действующего вещества.

### Финансирование

Работа выполнена за счёт средств программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030».

### Благодарности

Авторы статьи выражают огромную благодарность Ректору РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Академику РАН, д.с.-х.н., профессору Трухачеву В.И., д.б.н., профессору кафедры агрономической, биологической химии и радиологии Новикову Н.Н., заведующей лабораторией, ассистенту кафедры агрономической, биологической химии и радиологии, Исламгуловой Р.Р., заведующему кафедрой агрономической, биологической химии и радиологии д.с.-х.н., профессору Налиухину за помощь и поддержку проведенных исследований. Работа выполнена за счет средств программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030».

### 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 carried out using funds from the university development program within the framework of the Strategic Academic Leadership Program “Priority 2030”.

### Acknowledgement

The authors of this article express their gratitude to the Head of the Rector of K.A. Timiryazev Russian Academy of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor V.I. Trukhachev, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology N.N. Novikov, Head of the laboratory, assistant of the Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology, R.R. Islamgulova, Head of the Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology, Head of the laboratory, assistant of the Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology, Islamgulova R.R., Head of the Department of Agronomic, Biological Chemistry and Radiology, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Naliukhin for help and support of the conducted research. The work was carried out using funds from the university development program within the framework of the Strategic Academic Leadership Program “Priority 2030”.

### 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. Турусов В.И. Изменение водно-физических свойств почвы и урожайности озимой пшеницы в зависимости от предшественников / В.И. Турусов [и др.] // Земледелие. — 2021. — № 2. — С. 10–13.
2. Серегина И.И. Цинк, селен и регуляторы роста в агроценозе / И.И. Серегина. — Москва : Проспект. — 2018. — 208 с.
3. Жадова О.С. Влияние уровней азотного питания на водный обмен и продуктивность яровой пшеницы при засухе : автореф. дис. ... к.б.н. / О.С. Жадова. — Москва : ВИУА, 1990. — 22 с.
4. Ниловская Н.Т. Характеристика и влияние засух, свойственных Нечерноземью, на продуктивность и основные процессы жизнедеятельности зерновых культур / Н.Т. Ниловская // Бюллетень ВИУА. — М., 1990. — № 94. — С. 3–9.
5. Серегина И.И. Влияние условий азотного питания, водообеспеченности и применения селена на фотосинтетическую активность растений яровой пшеницы разных сортов / И.И. Серегина // Агрохимия. — 2011. — № 7. — С. 17–26.
6. Демиденко Г.А. Рост и развитие яровой пшеницы при различном режиме увлажнения почвы в вегетационном опыте / Г.А. Демиденко, Д.Ф. Жирнова // Вестник КрасГАУ. — 2013. — № 11. — С. 106–112.
7. Хамаев А.А. Водный режим, засухоустойчивость и продуктивность различных экотипов яровой пшеницы в условиях северной лесостепи Среднего Поволжья : автореф. дис.... канд. с.-х. наук / А.А. Хамаев. — Казань, 2003. — 17 с.
8. Назаренко Л.В. Факторы внешней среды, их влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур длинного дня на примере пшеницы / Л.В. Назаренко // Научный журнал КубГАУ. — 2013. — № 93. — С. 1–25.
9. Семинченко Е.В. Фотосинтетический потенциал ярового ячменя в условиях Нижнего Поволжья / Е.В. Семинченко // Аграрная наука. — 2020. — № 336(3). — С. 63–66.
10. Телевка М.С. Роль селена в формировании продуктивности яровой пшеницы в стрессовых условиях : автореф. дисс. ... к.б.н. / М.С. Телевка. — Москва : РГАУ-МСХА, 2013. — 22 с.

11. Шаповал О.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях / О.А. Шаповал, И.П. Можарова, А.А. Коршунов // Защита и карантин растений. — 2014. — № 6. — С. 16–20.
12. Мельникова О.В. Влияние Терафлекса и Альбита на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / О.В. Мельникова, Т.М. Мажуго // Вестник Брянской сельскохозяйственной Академии. — 2015. — № 3-1. — С. 6–10.
13. Снигирева О.М. Влияние регуляторов роста Эмистим р и Альбит на элементы структуры урожая, продуктивность и качество семян яровой пшеницы сорта Баженка / О.М. Снигирева, Ю.Е. Ведерников // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. — 2019. — № 3. — С. 22–30. DOI: <https://doi.org/10.12737/29836>
14. Рябчинская Т.А. Средства, регулирующие рост и развитие растений, в агротехнологиях современного растениеводства / Т.А. Рябчинская, Т.В. Зимина // Агрохимия. — 2017. — № 12. — С. 62–92.
15. Исайчев В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян регуляторами роста / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Ульяновской ГСХА. — 2013. — № 3(23). — С. 14–19.
16. Андреев Н.Н. Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста на урожайность яровой пшеницы / Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский, К.А. Першина // 126-я годовщина со дня рождения академика Н.И. Вавилова и 100-летие Саратовского ГАУ : Материалы Международной научно-практической конференции. — Саратов, 2013. — С. 15–18.
17. ArshadUllah M. Effects of pre-sowing seed treatments with micronutrients on growth parameters of Raya / M. ArshadUllah [et al.] // Asian Journal of Plant Sciences. — 2012. — №. 1(1). — P. 22–23.
18. Брескина Г.М. Действие биопрепаратов на рост и развитие сельскохозяйственных культур / Г.М. Брескина [и др.] // Земледелие. — 2021. — № 3. — С. 27–30. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10306
19. Кобзаренко В.И. Агрохимические методы исследований / В.И. Кобзаренко, В.Ф. Волобуева, И.И. Серегина [и др.]. — Москва : РГАУ-МСХА, 2015. — 309 с.
20. Пожарский В.Г. Новый регулятор роста растений Биодукс / В.Г. Пожарский // Защита и карантин растений. — 2014. — № 9. — С. 48.
21. Ущাপовский И.В. Изучение биорегуляторов для предотвращения действия гербицидов на посевах льна-долгунца / И.В. Ущাপовский, Е.М. Корнеева, С.Л. Белопухов [и др.] // Агрохимический вестник. — 2014. — №4. — С. 27-29.
22. Дмитревская И. И. Применение биорегулятора на льне-долгуне (*Linum usitatissimum* L.) - часть 5 / И. И. Дмитревская, Е.В. Калабанкина, С.Л. Белопухов [и др.] // Сложные проблемы психологии. — 2015. — №. 3. — С. 34-38.
23. Трухачев В.И. Жидкое органиминеральное гуминовое удобрение : Патент на изобретение / Трухачев В.И., Белопухов С.Л., Серегина И.И., Дмитревская И.И., Ахметжанов Д.М., Зайцев Ф.И. — RU 2814256 C1, 28.02.2024. Заявка от 16.06.2023.
24. Ниловская Н.Т. Методика проведения морфофизиологического контроля за состоянием зерновых культур. Методические указания / Н.Т. Ниловская, Н.В. Остапенко. — Москва : ВНИИА, 1999. — 24 с.
25. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах / А.А. Ничипорович // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. — Москва, 1963. — С. 5-36.
26. Данилова Е.В. Эффективность использования диатомита и его смесей с минеральными удобрениями при возделывании озимой и яровой пшеницы: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. н. / Е.В. Данилова. — Саранск, 2007. — 19 с.
27. Сайдяшева Г. В. Последствие органических и нетрадиционных удобрений на динамику изменения ассимиляционной поверхности листьев и формирование урожайности яровой пшеницы / Г. В. Сайдяшева // Молодой ученый. — 2012. — № 8 (43). — С. 410-413.
28. Смашевский Н.Д. Экология фотосинтеза / Н.Д. Смашевский // Астраханский вестник экологического образования. — 2014. — № 2 (28). — с.165-180
29. Исайчев В. А. Влияние жидких минеральных удобрений на продукционные процессы яровой пшеницы / В. А. Исайчев, Н. Н. Андреев, Ф. А. Мударисов // Аграрный вестник Верхневолжья. — 2021. — № 2(35). — С. 15-20.
30. 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.
31. Костин В. И. К вопросу о стимуляции сельскохозяйственных растений под действием физических и химических факторов при обработке семян / В. И. Костин, А. В. Дозоров, В. А. Исайчев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2018. — № 2(42). — С. 67-77.
32. Хамова О.Ф. Влияние минеральных удобрений и пестицидов на биологическую активность чернозема выщелоченного лесостепи Западной Сибири / О.Ф. Хамова, Л. В. Юшкевич, В.Г. Холмов [и др.] // Бюллетень ВИУА. — 2001. — № 114. — С. 171
33. Ряскова О.М. Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от почвенно-климатических условий и уровня плодородия различных типов почв / О.М. Ряскова, Г.А. Зайцева // Наука и образование. — 2022. — № 2. — Том 5. — С. 1-7.
34. Каспировский А.В. Влияние регуляторов роста на продуктивность растений яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья : автореф. дис. ... к. с.-х. н. / А.В. Каспировский. — Кинель, 2013. — 21 с.
35. Исайчев В. А. Влияние регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность растений яровой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья / В. А. Исайчев, Н. Н. Андреев, А. В. Каспировский // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. — 2013. — №. 3. — С. 18-22.



36. Богомазов С. В. Фотосинтетический потенциал и урожайность агроценозов яровой пшеницы в зависимости от систем основной обработки почвы и гуминовых удобрений / С. В. Богомазов, М. А. Симонян, О. А. Ткачук [и др.] // Нива Поволжья. — № 4 (45). — 2017. — С. 23-29
37. 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
38. Вакуленко В.В. Применение регуляторов роста на зерновых культурах / В.В. Вакуленко // Зерновое хозяйство России. — 2013. — № 3. — С. 36-38.
39. Ткачук О.А. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья / О.А. Ткачук, Е.В. Павликова, А.Н. Орлов // Молодой ученый. — 2013. — № 4. — С. 677-679.
40. Дубовик Д. В. Формирование качества зерна озимой пшеницы на склоновых землях Центрального Черноземья / Д. В. Дубовик. — Курск: КГУ, 2011. — 137 с.
41. Ахтариева М.К. Белок и клейковина в зерне мягкой пшеницы сортов сибирской селекции в условиях Северного Зауралья / М.К. Ахтариева, Р.И. Белкина // Пермский аграрный вестник. — 2018. — № 4 (24). — С. 34-40.
42. ГОСТ 9353-2016. Пшеница. Технические условия. — Москва : Стандартинформ, 2019. — 11 с.
43. 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.
44. Жаркова С.В. Показатель клейковины зерна яровой пшеницы в различных экологических условиях / С.В. Жаркова // International Journal of Humanities and Natural Sciences. — 2023. — Т. 6-3 (81). — С. 54-56.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Turusov V.I. Izmenenie vodno-fizicheskikh svojstv pochvy i urozhajnosti ozimoy pshenicy v zavisimosti ot predshestvennikov [Changes in the water-physical properties of the soil and the yield of winter wheat depending on the precursors] / V.I. Turusov [et al.] // Zemledelie [Agriculture]. — 2021. — № 2. — P. 10–13. [in Russian]
2. Seregina I.I. Cink, selen i reguljatory rosta v agrocenoze [Zinc, selenium and growth regulators in agrocenosis] / I.I. Seregina. — Moscow : Prospect. — 2018. — 208 p. [in Russian]
3. Zhadova O.S. Vlijanie urovnej azotnogo pitaniya na vodnyj obmen i produktivnost' jarovoj pshenicy pri zasuhe [Influence of nitrogen nutrition levels on water metabolism and productivity of spring wheat in drought] : abstract. diss. ... candidate of Biological Sciences / O.S. Zhadova. — Moscow : VIUA, 1990. — 22 p. [in Russian]
4. Nilovskaya N.T. Harakteristika i vlijanie zasuh, svojstvennyh Nechernozem'ju, na produktivnost' i osnovnye processy zhiznedejatel'nosti zernovyh kul'tur [Characteristics and influence of droughts peculiar to Non—Chernozem on productivity and basic processes of vital activity of grain crops] / N.T. Nilovskaya // Bjuljuten' VIUA [Buluten VIUA]. — M., 1990. — № 94. — P. 3–9. [in Russian]
5. Seregina I.I. Vlijanie uslovij azotnogo pitaniya, vodoobespechennosti i primeneniya selena na fotosinteticheskuyu aktivnost' rastenij jarovoj pshenicy raznyh sortov [Influence of nitrogen nutrition conditions, water availability and selenium application on photosynthetic activity of spring wheat plants of different varieties] / I.I. Seregina // Agrohimiya [Agrochemistry]. — 2011. — № 7. — P. 17–26. [in Russian]
6. Demidenko G.A. Rost i razvitie jarovoj pshenicy pri razlichnom rezhime uvlazhneniya pochvy v vegetacionnom opyte [Growth and development of spring wheat under different soil moisture conditions in the vegetation experiment] / G.A. Demidenko, D.F. Zhirnova // Vestnik KrasGAU [Bulletin of KrasSAU]. — 2013. — № 11. — P. 106–112. [in Russian]
7. Khamaev A.A. Vodnyj rezhim, zasuhoustojchivost' i produktivnost' razlichnyh jekotipov jarovoj pshenicy v uslovijah severnoj lesostepi Srednego Povolzh'ja [Water regime, drought resistance and productivity of various ecotypes of spring wheat in the conditions of the northern forest-steppe of the Middle Volga region] : abstract. dis.... Candidate of Agricultural Sciences / A.A. Khamaev. — Kazan, 2003. — 17 p. [in Russian]
8. Nazarenko L.V. Faktory vneshnej sredy, ih vlijanie na rost i razvitie sel'skohozjajstvennyh kul'tur dlinnogo dnja na primere pshenicy [Environmental factors, their influence on the growth and development of long—day crops on the example of wheat] / L.V. Nazarenko // Nauchnyj zhurnal KubSAU [Scientific Journal of KubSAU]. — 2013. — № 93. — P. 1–25. [in Russian]
9. Semenchenko E.V. Fotosinteticheskij potencial jarovogo jachmenja v uslovijah Nizhnego Povolzh'ja [Photosynthetic potential of spring barley in the conditions of the Lower Volga region] / E.V. Semenchenko // Agrarnaja nauka [Agrarian Science]. — 2020. — № 336(3). — P. 63–66. [in Russian]
10. Televka M.S. Rol' selena v formirovanii produktivnosti jarovoj pshenicy v stressovyh uslovijah [The role of selenium in the formation of productivity of spring wheat under stressful conditions] : abstract. dissertation ... candidate of Biological Sciences / M.S. Televka. — Moscow : RGAU-MSHA, 2013. — 22 p. [in Russian]
11. Shapoval O.A. Reguljatory rosta rastenij v agrotehnologijah [Plant growth regulators in agrotechnologies] / O.A. Shapoval, I.P. Mozharova, A.A. Korshunov // Zashhita i karantin rastenij [Protection and quarantine of plants]. — 2014. — № 6. — P. 16–20. [in Russian]
12. Melnikova O.V. Vlijanie Terafleksa i Al'bity na urozhajnost' i kachestvo zerna jarovoj pshenicy [The influence of Teraflex and Albite on the yield and quality of spring wheat grain] / O.V. Melnikova, T.M. Mazhuga // Vestnik Brjanskoj sel'skohozjajstvennoj Akademii [Bulletin of the Bryansk Agricultural Academy]. — 2015. — № 3-1. — P. 6–10. [in Russian]
13. Snigireva O.M. Vlijanie reguljatorov rosta Jemistim r i Al'bit na jelementy struktury urozhaja, produktivnost' i kachestvo semjan jarovoj pshenicy sorta Bazhenka [The influence of growth regulators Emistim r and Albit on the elements of the crop structure, productivity and quality of seeds of spring wheat of the Bazhenka variety] / O.M. Snigireva, Yu.E.

Vedernikov // *Izvestija Samarskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii* [Proceedings of Samara State Agricultural Academy]. — 2019. — № 3. — P. 22–30. DOI: <https://doi.org/10.12737/29836> [in Russian]

14. Ryabchinskaya T.A. Sredstva, regulirujushhie rost i razvitie rastenij, v agrotehnologijah sovremennogo rastenievodstva [Means regulating the growth and development of plants in agrotechnologies of modern crop production] / T.A. Ryabchinskaya, T.V. Zimina // *Agrohimiya* [Agrochemistry]. — 2017. — № 12. — P. 62–92. [in Russian]

15. Isaichev V.A. Urozhajnost' i kachestvo zerna jarovoj pshenicy v zavisimosti ot predposevnoj obrabotki semjan reguljatorami rosta [Yield and quality of spring wheat grain depending on pre-sowing seed treatment with growth regulators] / V.A. Isaichev, N.N. Andreev, A.V. Kaspirovsky // *Vestnik Ul'janovskoj GSHA* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy]. — 2013. — № 3(23). — P. 14–19. [in Russian]

16. Andreev N.N. Vlijanie predposevnoj obrabotki semjan reguljatorami rosta na urozhajnost' jarovoj pshenicy [The influence of pre-sowing seed treatment by growth regulators on the yield of spring wheat] / N.N. Andreev, A.V. Kaspirovsky, K.A. Pershina // 126-ja godovshhina so dnja rozhdenija akademika N.I. Vavilova i 100 -letie Saratovskogo GAU [126th anniversary of the birth of Academician N.I. Vavilov and the 100th anniversary of Saratov State Agrarian University] : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. — Saratov, 2013. — P. 15–18. [in Russian]

17. ArshadUllah M. Effects of pre-sowing seed treatments with micronutrients on growth parameters of Raya / M. ArshadUllah [et al.] // *Asian Journal of Plant Sciences*. — 2012. — № 1(1). — P. 22–23.

18. Breskina G.M. Dejstvie biopreparatov na rost i razvitie sel'skohozjajstvennyh kul'tur [The effect of biological products on the growth and development of agricultural crops] / G.M. Breskina [et al.] // *Zemledelie* [Agriculture]. — 2021. — № 3. — P. 27–30. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10306 [in Russian]

19. Kobzarenko V.I. Agrohimicheskie metody issledovanij [Agrochemical research methods] / V.I. Kobzarenko, V.F. Volobueva, I.I. Seregina [et al.]. — Moscow : RGAU-MSHA, 2015. — 309 p. [in Russian]

20. Pozharsky V.G. Novyj reguljator rosta rastenij Bioduks [A new plant growth regulator Biodux] / V.G. Pozharsky // *Zashhita i karantin rastenij* [Protection and quarantine of plants]. — 2014. — No. 9. — P. 48. [in Russian]

21. Shchapovsky I.V. Izuchenie bioreguljatorov dlja predotvrashhenija dejstviya gerbicidov na posevah l'na-dolgunca [The study of bioregulators to prevent the action of herbicides on flax crops] / I.V. Shchapovsky, E.M. Korneeva, S.L. Belopukhov [et al.] // *Agrohimicheskij vestnik* [Agrochemical bulletin]. — 2014. — No.4. — pp. 27-29. [in Russian]

22. Dmitrevskaya I. I. Primenenie bioreguljatorov na l'ne-dolgunce (*Linum usitatissimum* L.) sorta Tost 5 [The use of a bioregulator on flax (*Linum usitatissimum* L.) - part 5] / I. I. Dmitrevskaya, E.V. Kalabankina, S.L. Belopukhov [et al. ] // *Problemy agrohimii i jekologii* [Complex problems of psychology]. — 2015. — No. 3. — pp. 34-38. [in Russian]

23. Trukhachev V.I. Zhidkoe organimineral'noe guminovoe udobrenie [Liquid organomineral humic fertilizer] : Patent for the invention /Trukhachev V.I., Belopukhov S.L., Seregina I.I., Dmitrevskaya I.I., Akhmetzhanov D.M., Zaitsev F.I. — RU 2814256 C1, 02/28/2024. Application dated 06/16/2023. [in Russian]

24. Nilovskaya N.T. Metodika provedenija morfofiziologicheskogo kontrolja za sostojaniem zernovyh kul'tur. Metodicheskie ukazanija [Methodology of morphophysiological control over the condition of grain crops. Methodical instructions] / N.T. Nilovskaya, N.V. Ostapenko. — Moscow : VNIIA, 1999. — 24 p. [in Russian]

25. Nichiporovich A.A. O putjah povyshenija produktivnosti fotosinteza rastenij v poseve [On ways to increase the productivity of plant photosynthesis in sowing] / A.A. Nichiporovich // *Fotosintez i voprosy produktivnosti rastenij* [Photosynthesis and questions of plant productivity]. — Moscow, 1963. — pp. 5-36. [in Russian]

26. Danilova E.V. Jefferktivnost' ispol'zovanija diatomita i ego smesej s mineral'nymi udobrenijami pri vzdelyvanii ozimoj i jarovoj pshenicy [The effectiveness of using diatomite and its mixtures with mineral fertilizers in the cultivation of winter and spring wheat] : Abstract. diss. ...candidate of Agricultural Sciences / E.V. Danilova. — Saransk, 2007. — 19 p. [in Russian]

27. Saydasheva G. V. Posledejstvie organicheskikh i netradicionnyh udobrenij na dinamiku izmenenija assimiljacionnoj poverhnosti list'ev i formirovanie urozhajnosti jarovoj pshenicy [The aftereffect of organic and non-traditional fertilizers on the dynamics of changes in the assimilation surface of leaves and the formation of yield of spring wheat] / G. V. Saydasheva // *Molodoj uchenyj* [Young Scientist]. — 2012. — № 8 (43). — Pp. 410-413. [in Russian]

28. Smashevsky N.D. Jekologija fotosinteza [Ecology of photosynthesis] / N.D. Smashevsky // *Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija* [Astrakhan Bulletin of ecological education]. — 2014. — № 2 (28). — pp.165-180 [in Russian]

29. Isaichev V. A. Vlijanie zhidkih mineral'nyh udobrenij na produkcionnye processy jarovoj pshenicy [The influence of liquid mineral fertilizers on the production processes of spring wheat] / V. A. Isaichev, N. N. Andreev, F. A. Mudarisov // *Agrarnyj vestnik Verhnevolzh'ja* [Agrarian Bulletin of the Upper Volga region]. — 2021. — № 2(35). — Pp. 15-20. [in Russian]

30. Pavlovskaya N.E. Izuchenie morfofiziologicheskikh pokazatelej i chistoj produktivnosti fotosinteza jarovogo jachmenja, vozdelannogo s primenением biopreparatov [The study of morphophysiological parameters and net productivity of photosynthesis of spring barley cultivated with the use of biological products] / N.E. Pavlovskaya, A.G. Timakov, I.V. Yakovleva [et al.] // *Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii* [Scientific Journal of the Russian Research Institute of Problems of Melioration]. — 2019. — №1 (33). — Pp. 153-167. [in Russian]

31. Kostin V. I. K voprosu o stimuljaccii sel'skohozjajstvennyh rastenij pod dejstviem fizicheskikh i himicheskikh faktorov pri obrabotke semjan [On the issue of stimulation of agricultural plants under the influence of physical and chemical factors in seed treatment] / V. I. Kostin, A.V. Dozorov, V. A. Isaichev // *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii* [Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy]. — 2018. — № 2(42). — Pp. 67-77. [in Russian]

32. Khamova O.F. Vlijanie mineral'nyh udobrenij i pesticidov na biologicheskiju aktivnost' chernozema vyshhelochennogo lesostepi Zapadnoj Sibiri [The influence of mineral fertilizers and pesticides on the biological activity of

leached chernozem in the forest-steppe of Western Siberia] / O.F. Khamova, L.V. Yushkevich, V.G. Kholmov [et al.] // Bulletin of the VIUA. — 2001. — No. 114. — p. 171 [in Russian]

33. Ryaskova O.M. Zavisimost' urozhajnosti sel'skhozajstvennykh kul'tur ot pochvenno-klimaticheskikh uslovij i urovnja plodorodija razlichnykh tipov pochv [Dependence of crop yields on soil and climatic conditions and the level of fertility of various types of soils] / O.M. Ryaskova, G.A. Zaitseva // Nauka i obrazovanie [Science and Education]. — 2022. — No. 2. — Volume 5. — pp. 1-7. [in Russian]

34. Kaspirovsky A.V. Vlijanie reguljatorov rosta na produktivnost' rastenij jarovoj pshenicy v uslovijah lesostepi Povolzh'ja [The influence of growth regulators on the productivity of spring wheat plants in the conditions of the Volga forest-steppe] : abstract of the dissertation ... Candidate of Agricultural Sciences / A.V. Kaspirovsky. — Kinel, 2013. — 21 p. [in Russian]

35. Isaichev V. A. Vlijanie reguljatorov rosta na fotosinteticheskiju dejatel'nost' rastenij jarovoj pshenicy v uslovijah lesostepi Povolzh'ja [The influence of growth regulators on the photosynthetic activity of spring wheat plants in the conditions of the Volga forest-steppe] / V. A. Isaichev, N. N. Andreev, A.V. Kaspirovsky // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Bulletin of the Bashkir State Agrarian University]. — 2013. — No. 3. — pp. 18-22. [in Russian]

36. Bogomazov S. V. Fotosinteticheskij potencial i urozhajnost' agrocenozov jarovoj pshenicy v zavisimosti ot sistem osnovnoj obrabotki pochvy i guminovykh udobrenij [Photosynthetic potential and yield of agrocenoses of spring wheat depending on the systems of basic tillage and humic fertilizers] / S. V. Bogomazov, M. A. Simonyan, O. A. Tkachuk [et al.] // Niva Povolzh'ja [Niva of the Volga region]. — № 4 (45). — 2017. — Pp. 23-29 [in Russian]

37. Isaichev 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. Isaichev, V.G. Polovinkin, E.V. Provalova // Vestnik Kurganskoj GSHA [Bulletin of the Kurgan State Agricultural Academy]. — 2012 — No.3. — pp.30-33 [in Russian]

38. Vakulenko V.V. Primenenie reguljatorov rosta na zernovykh kul'turah [Application of growth regulators on grain crops] / V.V. Vakulenko // Zernovoe hozjajstvo Rossii [Grain farming of Russia]. — 2013. — No. 3. — pp. 36-38. [in Russian]

39. Tkachuk O.A. Jefferektivnost' primeneniya reguljatorov rosta pri vozdelevanii jarovoj pshenicy v uslovijah lesostepnoj zony Srednego Povolzh'ja [The effectiveness of growth regulators in the cultivation of spring wheat in the conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region] / O.A. Tkachuk, E.V. Pavlikova, A.N. Orlov // Molodoy uchenyj [Young Scientist]. — 2013. — No. 4. — pp. 677-679. [in Russian]

40. Dubovik D. V. Formirovanie kachestva zerna ozimoj pshenicy na sklonovykh zemljah Central'nogo Chernozem'ja [Formation of winter wheat grain quality on the sloping lands of the Central Chernozem region] / D. V. Dubovik. — Kursk: KSU, 2011. — 137 p. [in Russian]

41. Akhtarieva M.K. Belok i klejkovina v zerne mjagkoj pshenicy sortov sibirskoj selekcii v uslovijah Severnogo Zaural'ja [Protein and gluten in soft wheat grain of Siberian varieties in the conditions of the Northern Trans-Urals] / M.K. Akhtarieva, R.I. Belkina // Permskij agrarnyj vestnik [Perm Agrarian Bulletin]. — 2018. — № 4 (24). — Pp. 34-40. [in Russian]

42. GOST 9353-2016. Pshenica. Tehnicheskie uslovija [Wheat. Technical conditions]. — Moscow : Standartinform, 2019. — 11 p. [in Russian]

43. Eroshenko F.V. Azotnye podkormki rastenij ozimoj pshenicy v uslovijah Stavropol'skogo kraja [Nitrogen fertilizing of winter wheat plants in the conditions of the Stavropol Territory] / F.V. Eroshenko, A.A. Eroshenko, T.V. Simatin [et al.] // Zemledelie [Agriculture]. — 2017. — No. 8. — pp. 18-20. [in Russian]

44. Zharkova S.V. Pokazatel' klejkoviny zerna jarovoj pshenicy v razlichnykh jekologicheskikh uslovijah [Gluten index of spring wheat grain in various environmental conditions] / S.V. Zharkova // International Journal of Humanities and Natural Sciences. — 2023. — Vol. 6-3 (81). — pp. 54-56. [in Russian]