

# УРОЖАЙНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЗЕРНЕ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРЕПАРАТА БИОДУКС И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО БИОПРЕПАРАТА

**М. Анка (Сирия), И.И. Серегина, А.И. Булдыгин, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д.49 [seregina.i@inbox.ru](mailto:seregina.i@inbox.ru)**

**Работа выполнения за счет средств программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030».**

*Исследовано воздействие препарата Биодукс и органоминерального биопрепарата (ОМБ) на урожайность и содержание белковых соединений в зерне яровой пшеницы сорта Злата в различных режимах водоснабжения. В ходе исследований моделировались условия недостатка и избытка влаги в почве в критический период их роста. Установлено, что применение данных биопрепаратов оказывает существенное влияние на различные аспекты продукционного процесса растений яровой пшеницы. Эффективность исследуемых биопрепаратов определялась способом нанесения и составом действующего вещества. При засухе в критический период роста растения наибольшая эффективность препарата ОМБ проявилась при его использовании путем опрыскивания вегетирующего растения в условиях переувлажнения почвы, препарата Биодукс – при предпосевной обработке семян в условиях засухи.*

*Ключевые слова:* яровая пшеница, засуха, переувлажнение, регуляторы роста растений.

Для цитирования: Анка М., Серегина И.И., Булдыгин А.И. Урожайность и содержание белковых соединений в зерне яровой пшеницы при использовании препарата Биодукс и органоминерального биопрепарата// Плодородие. – 2025. – №1. – С. 55-58. DOI: 10.25680/S19948603.2025.142.12.

Известно, что для достижения высоких урожаев сельскохозяйственных культур необходимо соблюдать эффективную систему агротехнических приемов и определенный уровень минерального питания. На протяжении всего вегетационного периода сельскохозяйственные культуры обладают выраженной чувствительностью к увлажнению почвы, а в критический период их роста они максимально подвержены влиянию этого фактора, так как проявляют интенсивную реакцию на недостаток или избыток влаги в почве. Это сопровождается возникновением сложных неблагоприятных изменений, связанных со стрессовыми реакциями на уровне растительных клеток и тканей, что отрицательно влияет на процессы роста растительных организмов. Изменения происходят и в корневой системе растения, тормозя процессы накопления и усвоения необходимых питательных веществ и тем самым ограничивая их количество и перераспределение внутри растения [1, 2, 5, 7, 10].

Имеется широкий спектр препаратов, которые обладают свойствами активизации биохимических реакций в ответ на стресс, возникающий в результате повышения концентрации активных форм кислорода. Это способствует снижению энергетических затрат, необходимых для транспирации воды через листья, и ограничивает гибель растений. Роль этих активных веществ в стимуляции сигнальных систем, возникающих в условиях окислительного стресса, обеспечивает регуляцию адаптивных способностей растения и повышение его иммунитета, что позволяет сохранить процессы формирования и развития различных органов (надземной части или корневой системы) растения на основе регулирования процесса фотосинтеза и синтеза биохимических веществ в растении [6, 8-11].

**Цель исследований** – изучить воздействие различных способов применения биопрепаратов на урожайность и содержание белковых соединений в зерне

яровой пшеницы сорта Злата в зависимости от условий водообеспечения.

**Методика.** В качестве исследовательской культуры использовали мягкую яровую пшеницу сорта Злата (ФИЦ «Немчиновка»). Изучали препараты Биодукс и органоминеральный биопрепарат (ОМБ). Действующим веществом препарата Биодукс является арахидоновая кислота – комплекс биологически активных соединений полиненасыщенных жирных кислот зигмоицетового почвенного гриба *Mortierella alpina* [6]. ОМБ является физиологически активным гуминоподобным веществом [6].

Изучаемые биопрепараты применяли для предпосевной обработки семян и опрыскивания вегетирующих растений. Контролем являлись варианты, где семена и растения не обрабатывали.

Исследования с растениями проводили в условиях вегетационного домика кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева согласно общепринятым методикам [4]. Растения выращивали в сосудах Вагнера емкостью 5 кг почвы. Почву для проведения исследований отбирали с пахотного горизонта опытного поля РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Почва – урбанозем типичный легкосуглинистый. Агрохимическая характеристика её следующая: содержание гумуса – 2,8 %, pH<sub>KCl</sub> – 4,8; Нг – 2,5 мг-экв/100 г почвы; S – 19,8 мг-экв/100 г почвы; V – 88,8 %, N<sub>пг</sub> – 92,5 мг/кг почвы. Обеспеченность почвы подвижными формами фосфора и калия определяли по методу Кирсанова и составляла 70 мг/кг почвы (3-й класс) и 27 (1-й класс) мг/кг почвы соответственно. Агрохимический анализ почвы проводили по общепринятым методикам [3].

Для формирования оптимальных условий минерального питания растений в опыте использовали удобрения, предоставленные АО «ФосАгро»: азофоску (16:16:16) и аммиачную селитру (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, содержание

действующего вещества 35 %), из расчета азот, фосфор и калий  $N_{150}P_{100}K_{100}$  мг/кг почвы.

В исследованиях моделировали различные режимы обеспечения растений водой: оптимальный полив растений в течение всего вегетационного периода, недостаточный и избыточный в фазе выхода в трубку. Повторность опыта 4-кратная.

Уборку урожая растений пшеницы проводили при достижении полного созревания зерна. После уборки урожая исследуемого растения устанавливали массу зерна, соломы и половы (г/сосуд). В зерне пшеницы определяли содержание белка и клейковины по общепринятым методикам [3].

Полученные результаты исследований подвергали математической обработке с помощью однофакторного дисперсионного анализа [4].

**Результаты и их обсуждение.** Условия окружающей среды – важный фактор, оказывающий существенное

влияние на интенсивность всех биохимических и физиологических процессов, определяющих рост и развитие растений в течение вегетационного периода. Когда растения подвергаются воздействию критических условий выращивания, у них возникают ответные реакции, способствующие изменениям уровня фотосинтетической активности, что и отражается на конечной продуктивности [7].

Анализ полученных результатов показал действие биопрепаратов в разных режимах влажности почвы при выращивании яровой пшеницы (рис. 1).

В условиях оптимального водообеспечения применение предпосевной обработки семян биопрепаратом Биодукс способствовало уменьшению массы зерна на 7,6% (при НСР<sub>05</sub> – 0,4). При этом выявлено повышение массы соломы на 4,9% (при НСР<sub>05</sub> – 0,5) и снижение выхода половы на 10,5% (при НСР<sub>05</sub> – 0,1) в сравнении с контролем.

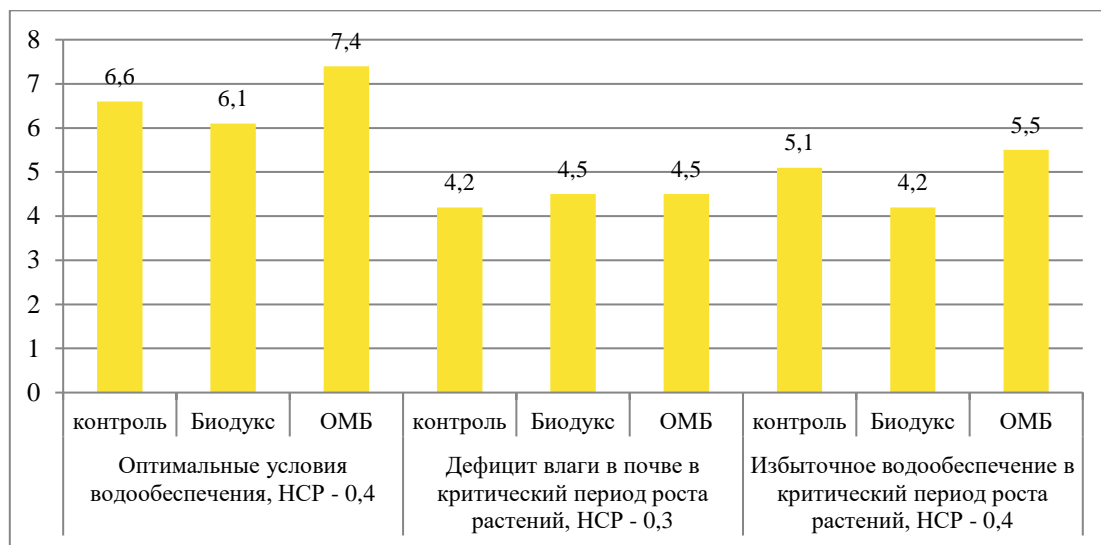


Рис. 1. Влияние обработки семян препаратами Биодукс, ОМБ перед посевом на урожайность яровой пшеницы сорта Злата при выращивании в различных условиях водообеспечения растений, т/сосуд

В оптимальных условиях водообеспечения препарат ОМБ способствовал приросту зерновой продуктивности растения на 12,1% (при НСР<sub>05</sub> – 0,4). При этом также повысились масса соломы на 12,2% (при НСР<sub>05</sub> – 0,5) и масса половы – на 10,5% (НСР<sub>05</sub> – 0,1) по сравнению с контролем без обработки.

Краткосрочный недостаток влаги в почве в контрольных вариантах вызвал значительные потери урожайности растения. Хотя полив растений был восстановлен после прекращения воздействия стресса, состояние экспериментальных растений не улучшилось. Снижение массы семян в этом варианте составило 36,4% по сравнению с вариантами, где растения выращивали в условиях оптимального водообеспечения. В этих же условиях предпосевная обработка семян исследуемой пшеницы препаратом Биодукс привела к относительному сохранению состояния растений, что, по-видимому, сопряжено с вкладом препарата в повышение толерантности растений к реакциям стресса. В варианте, где применяли биопрепарат Биодукс, отмечено увеличение урожая зерна на 7,1% (при НСР<sub>05</sub> – 0,3), урожая соломы на 24,4% (при НСР<sub>05</sub> – 0,4) и урожая половы на 26,7% (при НСР<sub>05</sub> – 0,1) в сравнении с контрольным вариантом. При обработке семян органоминеральным биопрепаратом в режиме засухи почвы достигнуто улучшение урожая

зерна также на 7,1% (при НСР<sub>05</sub> – 0,3), соломы – на 11,5% (при НСР<sub>05</sub> – 0,4), половы – на 20% (НСР<sub>05</sub> – 0,1).

В условиях избытка влаги в почве в критический период роста также выявлено снижение урожая зерна на 22,7% по сравнению с оптимальным водообеспечением. При этом обработка семян препаратом Биодукс привела к снижению урожая зерна на 17,6% (при НСР<sub>05</sub> – 0,4). Выявлено снижение массы соломы на 5% (при НСР<sub>05</sub> – 0,4) и массы половы – на 23,5% (при НСР<sub>05</sub> – 0,1). При сравнении с препаратом Биодукс в тех же условиях, фоллиарная обработка растений ОМБ оказала благоприятное действие на урожай пшеницы. Установлено, что в режиме переувлажнения почвы препарат ОМБ способствовал улучшению урожая зерна достоверно на 7,8% (НСР<sub>05</sub> – 0,4). Масса выхода соломы и половы в этом варианте так же выросла, но не достоверно, соответственно на 3 и 5,9%.

Эффективность опрыскивания растений исследуемыми препаратами определялась условиями влагообеспеченности (рис. 2). В результате опрыскивания препаратами в режиме оптимального водоснабжения получили больший урожай зерна пшеницы изучаемого сорта. Отмечено повышение массы зерна при фоллиарной обработке растений препаратом Биодукс на 15,2%, препаратом ОМБ – на 18,2% в сопоставлении с контрольным

вариантом. Установлена высокая эффективность действия препаратов на формирование урожайности растений по сравнению с контролем (при НСР<sub>05</sub> – 0,4). В то же время воздействие изучаемых биопрепаратов на выход побочной части растения было неодинаковым. В вариантах с использованием препарата Биодукс путем foliarной обработки растений выявлено снижение урожая

соломы на 12,3% (при НСР<sub>05</sub> – 0,4), а также половы – на 15,8% (при НСР<sub>05</sub> – 0,1). В тех же условиях в опытных вариантах при foliarной обработке растения биопрепаратом ОМБ выявлено возрастание выхода соломы на 29,6% (НСР<sub>05</sub> – 0,4) и половы – на 15,8% (при НСР<sub>05</sub> – 0,1).

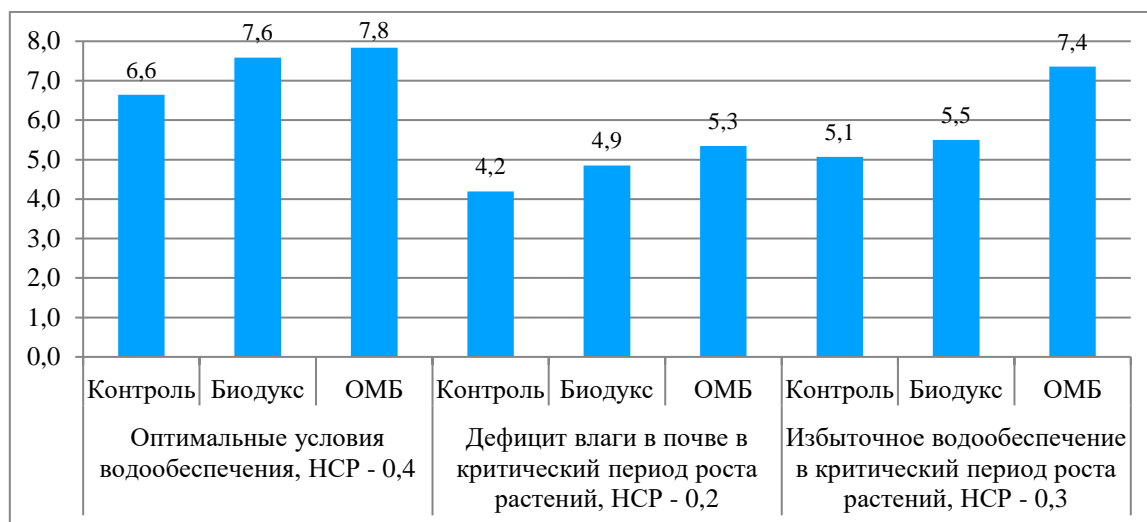


Рис. 2. Влияние foliarной обработки растений препаратами на урожай яровой пшеницы сорта Злата в различных режимах выращивания, г/сосуд

По результатам, полученным в опытах, обнаружено заметное воздействие foliarной обработки обоими препаратами на урожай растений, когда они испытывают засуху в критический период своего роста. Отмечено, что в варианте с обработкой растений биорегулятором Биодукс урожай зерна возрастал примерно на 16,7%, при применении опрыскивания биостимулятором ОМБ – на 26,2% по сравнению с контролем. В данных условиях урожай побочной части растений достоверно возрос. Foliarная обработка при избыточной влажности почвы в критический период роста растений продемонстрировала положительный эффект препаратов на формирование их конечного урожая. Наблюдался прирост выхода зерна при некорневой обработке растения биостимулятором Биодукс на 7,8%, биопрепаратом ОМБ – на 45% по сравнению с контролем.

В задачи исследований входило также рассмотрение действия препаратов на формирование качества зерна яровой пшеницы, исходя из режимов выращивания. Выявлено, что применяемые препараты оказывают благоприятное воздействие на количество белка и сырой

клейковины в зерне (табл.).

Установлено, что применение препарата Биодукс улучшает белковый синтез в зерне пшеницы только в условиях переувлажнения почвы. Увеличение количества белка произошло в 1,22 раза в сравнении с контролем без обработки. По сравнению с обработкой семян, использование данного препарата при опрыскивании вегетирующих растений оказало положительное влияние на накопление белковых соединений при всех условиях водообеспечения. Содержание белка увеличилось в среднем в 1,1 раза по сравнению с контролем. Установлено положительное воздействие препарата ОМБ на качество зерна пшеницы, которое проявилось в увеличении количества белковых соединений в семенах в среднем в 1,05-1,44 раза во всех экспериментальных образцах с данным препаратом, что может быть тесно связано с его активным химическим составом. Наилучший эффект от ОМБ наблюдался в режиме засухи, когда его использовали при предпосевной обработке семян. В данном варианте уровень белка в зерне составил 19,1 % (против 15,3 % на контроле).

Содержание белка и сырой клейковины в зерне яровой пшеницы сорта Злата под действием биопрепаратов при выращивании в разных режимах водообеспечения (%)

Биопрепарат	Способ внесения препарата	Оптимальный режим водообеспечения		Дефицит влаги в почве в критический период роста растений		Избыточный режим водообеспечения в критический период роста растений	
		белок	сырая клейковина	белок	сырая клейковина	белок	сырая клейковина
Контроль	Без обработки	13,8	23,5	15,3	32,8	14,7	26,8
Биодукс	ПОС	14,2	34,1	15,3	35,9	18,0	36,2
	ОВР	14,9	33,3	16,0	37,6	16,1	32,2
ОМБ	ПОС	14,6	35,8	19,1	38,2	15,4	31,7
	ОВР	15,5	34,5	17,3	40,0	16,4	38,6
НСР <sub>05</sub>	ПОС	0,7	1,7	0,6	1,9	0,6	1,6
	ОВР	0,6	1,8	0,7	2,1	0,8	1,7

Примечание. ПОС – предпосевная обработка семян, ОВР – опрыскивание вегетирующего растения.

Хорошо известно, что одной из ключевых характеристик качества, устанавливающих класс зерна, является содержание клейковины [7,9]. Оценка влияния

испытываемых препаратов на клейковинный состав показала их высокую эффективность при внесении различными способами. Препараты при оптимальном режиме

водообеспечения улучшили процесс накопления клейковинных белков в семенах в среднем в 1,5 раза. В режимах засухи количество клейковинных белков в вариантах с применением препаратов в среднем было в 1,13 раз выше контроля. При затоплении в критической фазе развития применяемые биопрепараты способствовали повышению накопления клейковинных белков в зерне в среднем в 1,3 раза.

**Заключение.** В исследованиях была изучена роль биопрепаратов Биодукс и ОМБ в реализации адаптивных возможностей растений, улучшении урожайности яровой пшеницы и качества зерна в разных режимах водоснабжения. Установлено, что в режиме засухи адаптивное действие на урожайность пшеницы препарат Биодукс проявил при обработке зерен перед посевом и фоллиарной обработке вегетирующих растений. Повышение урожая растения составляло 7,1 и 16,7% соответственно в сопоставлении с контролем. Это определялось комплексным стимулирующим влиянием действующего вещества препарата (арахидоновой кислоты) на растения, что позволило в данных стрессовых режимах регулировать различные аспекты продукционного процесса и уменьшить потери урожая. В условиях переувлажнения только при опрыскивании вегетирующих растений прирост выхода зерна яровой пшеницы в данном варианте составил 7,8% в сравнении с контролем. Отмечено, что органоминеральный биопрепарат оказал наибольшее адаптивное действие на величину урожая пшеницы при фоллиарной обработке растений в условиях засухи и переувлажнения. Выход зерна растений возрос на 26,2 и 45% по сравнению с контролем. Решающим фактором в достижении такого эффекта была повышенная эффективность гуминоподобных активных компонентов препарата, влияющих на развитие репродуктивных органов, что и определяет прирост выхода зерна растения в данных режимах выращивания. Установлено, что биопрепараты эффективно воздействуют на построение белкового комплекса зерна. Это может происходить за счет увеличения количества азота, поступающего в растения, и активации процессов синтеза белковых соединений в клетках, что дает возможность получения высокого

накопления белковых соединений и сырой клейковины в семенах пшеницы. Использование препарата ОМБ обоими способами улучшило адаптивную способность растения пшеницы реагировать на критические условия выращивания, вызванные засухой и переувлажнением. Применение обоих препаратов: Биодукс и ОМБ снижало потери урожайности яровой пшеницы в данных режимах выращивания.

#### Литература

1. Авальбаев А. М., Юлдашев Р. А., Лубянова А. Р., Плотников А. А. и др. Влияние модельной засухи на физиолого-биохимические параметры разных экотипов пшеницы на начальном этапе онтогенеза // Тагирский вестник аграрной науки. – 2023. – № 3(35). – С. 8–22. EDN JHPEQQ. DOI: 10.5281/zenodo.10131131.
2. Лиховидова В.А., Газе В.Л., Ионова Е.В., Марченко Д.М. Влияние почвенной и воздушной засухи на развитие корневой системы сортов и линий озимой пшеницы // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 4 (58). – С. 39–42.
3. Кидин В.В., Дерюгин И.П., Кобзаренко В.И. и др. Практикум по агрохимии. Учебник. – М.: КолосС, 2008. – 599 с.
4. Кобзаренко В.И., Волобуева В.Ф., Серегина И.И., Ромодина Л.В. Агрохимические методы исследований: Учебник / В.И. Кобзаренко, В.Ф. Волобуева, И.И. Серегина, Л.В. Ромодина. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. – 309 с.
5. Мальцева Л.Т., Филиппова Е.А., Банникова Н.Ю. Реакция яровой мягкой пшеницы на засуху в лесостепи Зауралья // Аграрный вестник Урала. – 2021. – № 12 (215). – С. 9–18.
6. Меренков К.Э., Гавриков В.Р. Влияние биостимуляторов на урожай и качество урожая яровой пшеницы в условиях загрязнения почвы тяжелыми металлами // Сборник материалов 56-й научно-практической конференции с международным участием молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвященной 150-летию со дня рождения академика К.К. Гедройца. – М.: ВНИИА, 2023. – С. 114–118.
7. Ниловская Н.Т., Осипова Л.В. Приемы управления продукционным процессом яровой пшеницы агрохимическими средствами в условиях засухи. – М.: ВНИИА., 2009. – 176 с.
8. Пермякова М.Д., Пермяков А.В., Осипова С.В. и др. Липоксигеназы листьев пшеницы и их участие в адаптации к почвенной засухе // Материалы Всероссийской научной конференции, 24–28 августа, 2009 г. – Иркутск: НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2009. – С. 363–365.
9. Серегина И.И. Цинк, селен и регуляторы роста в агроценозе. – М.: Проспект, 2018. – 208 с.
10. Серегина И.И., Верниченко И.В., Ниловская Н.Т., Шумилин А.О. Продуктивность и устойчивость яровой пшеницы в условиях окислительного стресса при применении селена // Агрохимия. – 2015. – № 3. – С. 56–63.
11. Тютерев С.Л. Экологически безопасные индукторы устойчивости растений к болезням и физиологическим стрессам // Вестник защиты растений. – 2015. – 1(83). – С. 3–13.

#### YIELD AND PROTEIN CONTENT IN SPRING WHEAT GRAIN USING BIODUKSU AND ORGANOMINERAL BIOPREPARATION

**M. Anka (Syria), I.I. Seregina, A.I. Buldygin**

**Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 127434, Moscow, Timiryazevskaya St., 49**

[seregina.i@inbox.ru](mailto:seregina.i@inbox.ru)

*The effect of Bioduksu and organomineral biopreparation (OMB) on the yield and protein content in the grain of spring wheat of the Zlata variety was studied in various water supply regimes. During the research, conditions of moisture deficiency and excess in the soil during the critical period of their growth were simulated. It was established that the use of these biopreparations has a significant effect on various aspects of the production process of spring wheat plants. The effectiveness of the studied biopreparations was determined by the method of application and the composition of the active substance. During drought in the critical period of plant growth, the greatest effectiveness of the OMB preparation was demonstrated when it was used by spraying the vegetative plant in conditions of waterlogged soil, and the Biodux preparation – during pre-sowing seed treatment in drought conditions.*

**Key words:** spring wheat, drought, waterlogging, plant growth regulators.