

АГРОНОМИЯ

AGRONOMY

Научная статья
УДК 633.11:631.8
EDN VGRANN

**Качество зерна и урожайность яровой мягкой пшеницы
при выращивании с использованием биопрепаратов «Азофит N» и «Азофит P»**

**Владимир Иванович Беляев¹, Роман Евгеньевич Прокопчук²,
Ольга Васильевна Черепанова³, Людмила Валерьевна Соколова⁴**

^{1,2,3} Алтайский государственный аграрный университет, Алтайский край, Барнаул, Россия

⁴ Алтайский государственный университет, Алтайский край, Барнаул, Россия

¹ prof-Belyaev@yandex.ru, ² roman.prokopchuk.2015@mail.ru,

³ cherepanova_olga22@mail.ru, ⁴ l.v.sokol@mail.ru

Аннотация. Целью работы является анализ урожайности и качества зерна яровой пшеницы при выращивании с использованием биопрепаратов «Азофит N» и «Азофит P» на фоне снижения доз внесения минеральных удобрений по различным зонам плодородия полей по сравнению с базовым вариантом их применения. «Азофит» является микробиологическим удобрением с фунгицидными и стимулирующими свойствами. Место проведения опытов – СПК «Колос» Романовского района Алтайского края, расположенное в Восточно-Кулундинской засушливой степной зоне. Для данной зоны характерна недостаточная увлажненность вегетационного периода с большим количеством тепла и света. Рельеф равнинный. Климат континентальный. Средняя температура января составляет минус 18,0 °С, июля 19,0 °С. Годовое количество атмосферных осадков 340 мм. Почвы – южные черноземы. Выбор поля проводился на основе карт плодородия онлайн-платформы «Сторіо». На каждой из трех зон продуктивности опытного поля реализовано четыре варианта сочетаний доз внесения гранулированных и жидких минеральных удобрений с подкормками. Высевалась яровая пшеница сорта «Буран» (предшественник яровая пшеница). Результаты показали, что при снижении дозы внесения минеральных удобрений от контроля (100 %) до 85 % и применении биопрепаратов, средняя величина урожайности пшеницы увеличивалась на 1,7 ц/га (с 39,0 до 40,7 ц/га). А при дальнейшем снижении дозы удобрений до 70 и 50 % от контроля средний урожай снижался до 37,5 и 34,9 ц/га соответственно. Различия статистически значимы. Таким образом, сравниваемые варианты доз внесения удобрений и применения биопрепаратов по зонам плодородия почвы оказали значимое совместное влияние на развитие растений, а также существенно повлияли на содержание клейковины в зерне и урожайность пшеницы.

Ключевые слова: яровая пшеница, урожайность, качество зерна, минеральные удобрения, биопрепараты, микробиологические удобрения

Для цитирования: Беляев В. И., Прокопчук Р. Е., Черепанова О. В., Соколова Л. В. Качество зерна и урожайность яровой мягкой пшеницы при выращивании с использованием биопрепаратов «Азофит N» и «Азофит P» // Дальневосточный аграрный вестник. 2023. Том 17. № 4. С. 7–13.

Original article

**Grain quality and spring soft wheat yield
when grown using biologicals "Azofit N" and "Azofit P"**

**Vladimir I. Belyaev¹, Roman E. Prokopchuk²,
Olga V. Cherepanova³, Liudmila V. Sokolova⁴**

^{1,2,3} Altai State Agrarian University, Altai krai, Barnaul, Russia

⁴ Altai State University, Altai krai, Barnaul, Russia

¹ prof-Belyaev@yandex.ru, ² roman.prokopchuk.2015@mail.ru,

³ cherepanova_olga22@mail.ru, ⁴ I.v.sokol@mail.ru

Abstract. The purpose of this work is to analyze the spring wheat yield and grain quality when grown using agricultural biologicals "Azofit N" and "Azofit P" against the background of reducing doses of mineral fertilizers in various soil fertility zones of fields compared to the basic option of their use. "Azofit" is a microbiological fertilizer with fungicidal and stimulating properties. The place where the experiments were carried out was APC "Kolos", located in East Kulunda arid steppe zone. This zone is characterized by insufficient moisture during the growing season with a large amount of heat and light. The relief is flat. The climate is continental. The average temperature in January is minus 18.0 °C, in July 19.0 °C. Annual precipitation is 340 mm. Soils are southern chernozems. Field selection was based on soil fertility maps of "Cropio" online-platform. In each of three fertility zones of the experimental field, 4 variants of combinations of doses of granular and liquid mineral fertilizers with dosage compensation were implemented. Spring wheat variety "Buran" was sown, forecrop was spring wheat. The results showed that when the dose of mineral fertilizers was reduced from control (100%) to 85% and biologicals were used, the average wheat yield increased by 1.7 c/ha (from 39.0 to 40.7 c/ha). And with a further reduction of fertilizer dose to 70 and 50% of control, the average yield decreased to 37.5 and 34.9 c/ha, respectively. The differences are statistically significant. Thus, the compared variants of fertilizer doses and the use of biologicals in soil fertility zones had a significant joint effect on plant development, and significantly affected the gluten content in grain and wheat yield.

Keywords: spring wheat, yield, grain quality, mineral fertilizers, agricultural biologicals, microbiological fertilizers

For citation: Belyaev V. I., Prokopchuk R. E., Cherepanova O. V., Sokolova L. V. Grain quality and spring soft wheat yield when grown using biologicals "Azofit N" and "Azofit P". *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*, 2023;17;4:7–13 (in Russ.).

Введение. В сельскохозяйственном производстве России, как и во всем мире, в настоящее время возрастает доля применения биопрепаратов [1–3]. Необходимо научное обоснование использования различных сочетаний доз внесения минеральных удобрений и биопрепаратов в меняющихся климатических условиях, совершенствование технологий возделывания зерновых культур [4–6]. Исследованиями, проведенными в Алтайском крае, установлено, что как минеральные, так и бактериальные удобрения оказывают положительное влияние на урожайность пшеницы [7, 8].

Цель работы – анализ урожайности и качества зерна яровой пшеницы при выращивании с использованием биопрепаратов «Азофит N» и «Азофит P» на фоне снижения доз внесения минеральных удобрений по различным зонам почвенного плодородия полей по сравнению с базовым вариантом их применения в СПК «Колос» Романовского района Алтайского края.

Материалы и методы исследования. Азофит – микробиологическое удобрение с фунгицидными и стимулирующими

свойствами (производитель ООО «Сиббиофарм» (<https://www.sibbio.ru>)).

Место проведения опытов – сельскохозяйственный производственный кооператив «Колос» Романовского района Алтайского края, расположенный в Восточно-Кулундинской засушливой степной зоне. Для данного местоположения характерна недостаточная увлажненность вегетационного периода с большим количеством тепла и света. Рельеф равнинный. Климат континентальный. Средняя температура января минус 18,0 °C, июля 19,0 °C. Годовое количество атмосферных осадков 340 мм. Почвы – южные черноземы [9].

Выбор поля проводился на основе карт почвенного плодородия онлайн-платформы «Сторіо». На каждой из трех зон продуктивности опытного поля реализовано четыре варианта сочетаний доз внесения гранулированных и жидких минеральных удобрений с подкормками. Варианты опыта даны в таблице 1.

Осенняя обработка почвы на поле проводилась культиватором КПШ-9. Предшественник – яровая пшеница.

Таблица 1 – Схема закладки полевого опыта
Table 1 – Scheme of setting up a field experiment

Вариант (доза внесения удобрений от базового уровня, принятого в хозяйстве)	Схемы обработки	
	обработка семян перед посевом	припосевное внесение
1. 100 % (контроль)	обработка семян по схеме хозяйства (Оплот трио 0,5 л/т + + Табу 0,8 л/т)	схема минерального питания, принятая в хозяйстве: жидкое удобрение – 175 л/га (сульфат аммония 20 кг/га + карбамид 60 кг/га + аммиачная селитра 40 кг/га) + + диаммофоска N ₁₀ P ₂₆ K ₂₆ – 100 кг/га (в физическом весе)
2. 85 %	обработка семян по схеме хозяйства + Азофит N (1л/т) + + Азофит P (1 л/т)	схема минерального питания, принятая в хозяйстве минус 15 % (жидкое удобрение 148,75 л/га + диаммофоска 85 кг/га) + + Азофит N (1 л/га) + Азофит P (1 л/га)
3. 70 %	обработка семян по схеме хозяйства + Азофит N (1л/т) + + Азофит P (1 л/т)	схема минерального питания, принятая в хозяйстве минус 30 % (жидкое удобрение 122,5 л/га + диаммофоска 70 кг/га) + + Азофит N (1 л/га) + Азофит P (1 л/га)
4. 50 %	обработка семян по схеме хозяйства + Азофит N (1л/т) + + Азофит P (1 л/т)	схема минерального питания, принятая в хозяйстве минус 50 % (жидкое удобрение 87,5 л/га + диаммофоска 50 кг/га) + + Азофит N (1л/га) + Азофит P (1 л/га)

Яровая пшеница сорта «Буран» была посеяна 26 мая 2023 г. Норма высева составила 5 млн. всхожих зерен на гектар. Внесение удобрений в почву проводили одновременно с посевом.

Результаты исследований и их обсуждение. СПК «Колос» Романовского района Алтайского края расположен на расстоянии 20 км от ближайшей метеостанции с. Мамонтово. В 2023 г. распре-

деления осадков и температур в сравнении с их многолетними значениями были следующими (табл. 2, 3). За май – август количество осадков в условиях года было выше среднего многолетнего на 43 мм (22,1 %), а средняя температура выше на 0,7 °С (4,3 %). Причем, если в мае выпало осадков всего 42 % от нормы, то в августе 235 %. Наибольшее отклонение температуры от многолетней наблюдали в июле

Таблица 2 – Количество осадков за вегетационный период в 2023 г. (метеостанция с. Мамонтово)

Table 2 – Amount of precipitation during the growing season in 2023 (weather station in Mamontovo village)

Месяц	Сумма осадков по декадам, мм			Всего, мм	Средние многолетние, мм	В процентах от средних многолетних, мм
	I	II	III			
Май	1	14	0,4	15	37	42
Июнь	16	2	26	44	48	92
Июль	27	14	34	75	66	115
Август	12	85	7	104	44	235
Всего	–	–	–	238	195	122

Таблица 3 – Средние температуры за вегетационный период в 2023 г. (метеостанция с. Мамонтово)

Table 3 – Average temperatures during the growing season in 2023 (weather station in Mamontovo village)

Месяц	Средние температуры по декадам, °С			В среднем, °С	Средние многолетние, °С	В процентах от средних многолетних
	I	II	III			
Май	11,1	11,3	14,6	12,4	13,0	95
Июнь	24,0	19,1	15,8	19,6	18,4	107
Июль	19,7	23,4	21,5	21,5	19,9	108
Август	20,9	15,6	18,9	18,5	17,7	105
Среднее	–	–	–	18,0	17,3	104

(108 % от нормы), а минимальное – в мае и августе (95 % от нормы).

Показатели качества зерна и урожайность яровой пшеницы по вариантам опыта приведены в таблице 4.

Анализ показывает, что средняя приведенная (к влажности зерна 14,0 %) величина урожая пшеницы по вариантам опыта составила 38,0 ц/га при вариации 7,9 % и стандартной ошибке 0,9 ц/га. Наименьшую вариацию при уборке имели величины натуре и ИДК зерна (1,4 и 2,8 %). Влажность зерна и содержание белка имели вариацию 3,9 %, а клейковины – 7,3 %.

Установлена значимая линейная связь между влажностью зерна и натурой (коэффициент корреляции 0,65), а также обратная связь между содержанием клейковины и натурой (коэффициент корреляции минус 0,70).

В условиях года получено зерно невысокого качества по содержанию протеина и клейковины, значения которых

составили 11,6–13,4 % и 20,0–25,3 % соответственно.

Минимальная средняя урожайность пшеницы получена в зоне низкого плодородия (36,1 ц/га), а максимальная – в зоне высокого (39,9 ц/га) (рис. 1, 2). Различия 3,8 ц/га высоко значимы. В тоже время по содержанию протеина и клейковины преимущество имела зона среднего плодородия (13,0 и 24,7 % соответственно).

Как показывает анализ, при снижении дозы внесения минеральных удобрений от контроля (100 %) до 85 % и применении биопрепаратов средняя величина урожайности пшеницы увеличивалась на 1,7 ц/га (с 39,0 до 40,7 ц/га). При дальнейшем снижении дозы удобрений до 70 % и 50 % от контроля средний урожай снижался до 37,5 и 34,9 ц/га соответственно. Различия статистически значимы.

При этом средние значения натуре зерна и ИДК отличались незначительно. Величина содержания клейковины в зерне

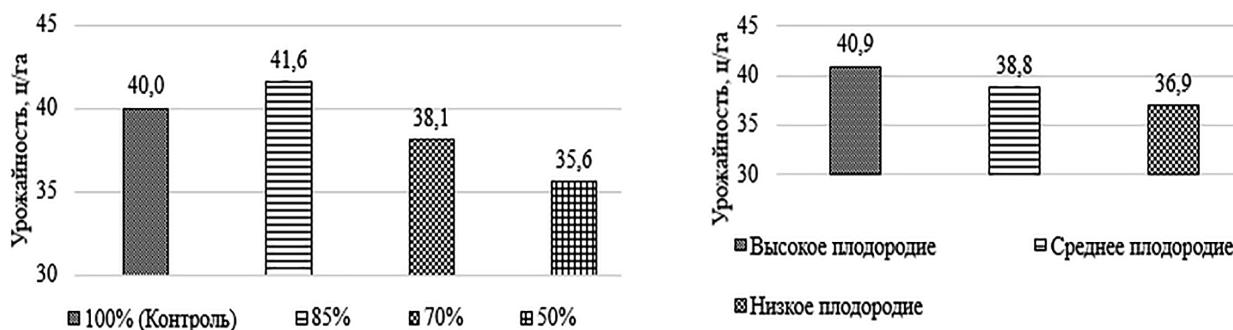


Рисунок 1 – Средняя урожайность яровой пшеницы в зависимости от дозы внесения удобрений (слева) и в зависимости от зоны плодородия поля (справа) (2023 г.)

Figure 1 – Average spring wheat yield depending on the dose of fertilization (left) and depending on field fertility zone (right) (2023)

Таблица 4 – Качество зерна и приведенная урожайность яровой пшеницы сорта «Буран» (2023 г.)

Table 4 – Grain quality and given yield of spring wheat variety "Buran" (2023)

Вариант	Зона почвенного плодородия	Даты замеров и фазы развития растений					
		Wз, %	Сп, %	Ск, %	ИДК	Натура, г/л	Уб (14 %), ц/га
1.1	Высокое	13,8	12,5	24,5	85,7	899,4	42,7
1.2	Среднее	14,3	13,4	25,3	86,2	919,7	40,0
1.3	Низкое	14,3	12,8	24,3	85,3	905,8	37,1
2.1	Высокое	14,6	12,6	20,0	92,5	887,6	45,0
2.2	Среднее	13,1	12,2	22,8	85,0	878,4	40,8
2.3	Низкое	13,6	12,9	24,9	82,4	888,0	39,2
3.1	Высокое	13,3	12,8	25,3	86,1	890,1	40,0
3.2	Среднее	13,3	11,6	21,2	85,7	885,5	39,5
3.3	Низкое	13,8	12,7	23,1	85,9	894,2	35,6
4.1	Высокое	14,7	13,4	21,9	88,7	874,9	35,5
4.2	Среднее	13,5	13,0	23,4	85,3	883,0	35,5
4.3	Низкое	13,4	12,8	24,7	85,1	892,8	36,0
В среднем по дозам удобрений							
100 % (контроль)		14,2	12,9	24,7	85,7	908,3	40,0
85 %		13,8	12,6	22,5	86,6	884,6	41,6
70 %		13,5	12,4	23,2	85,9	889,9	38,1
50 %		13,9	13,1	23,3	86,3	883,6	35,6
В среднем по зонам плодородия поля							
Высокое		14,0	12,7	23,0	87,2	895,1	40,9
Среднее		13,7	13,0	24,7	85,0	895,2	38,8
Низкое		13,7	12,4	22,6	86,2	884,5	36,9
Статистики показателей							
Среднее		13,8	12,7	23,5	86,2	891,6	38,8
-95 %		13,5	12,4	22,4	84,6	883,8	36,9
+95 %		14,2	13,0	24,5	87,7	899,4	40,8
Стандартное отклонение		0,5	0,5	1,7	2,4	12,3	3,1
Коэффициент вариации		3,9	3,9	7,3	2,8	1,4	8,0
Стандартная ошибка		0,2	0,1	0,5	0,7	3,5	0,9
Примечание: Уб (14 %) – средняя биологическая урожайность, приведенная к влажности 14 %, ц/га; Wз – влажность зерна,%; Сп – содержание протеина в зерне, %; Ск – содержание клейковины в зерне, %.							

была максимальна на контроле (24,7 %), а минимальна в варианте 85 % от контроля при максимальной средней урожайности (22,5 %).

Полученные различия являются статистически достоверными.

Заключение. Таким образом, сравниваемые варианты доз внесения удобрений и применения биопрепаратов «Азофит

N» и «Азофит P» по зонам плодородия почвы оказали значимое совместное влияние на развитие растений и существенно повлияли на содержание клейковины в зерне, а также урожайность пшеницы.

Данные выводы подтверждают целесообразность применения микробиологических удобрений «Азофит» с фунгицидными и стимулирующими свойствами при возделывании яровой пшеницы.

Список источников

1. Тихонович И. А., Круглов Ю. В. Биопрепараты в сельском хозяйстве. М. : Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии, 2005. 154 с.
2. Minchenko Z., Bashkatov A. Agrotechnological assessment of the application of biological preparations and micronutrient fertilizers in spring wheat // BIO Web of Conferences. EDP Sciences, 2021. P. 01005.
3. Radzikowska-Kujawska D., John P., Piechota T., Nowicki M., Kowalczewski P. Ł. Response of winter wheat to selected biostimulants under drought conditions // Agriculture. 2023. No. 13. P. 121.
4. Кожемяков А. П., Хотянович А. В. Перспективы применения препаратов азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве // Бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии. 1997. № 110. С. 4–5. EDN: WHCDTO.
5. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М. : Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии, 2005. 302 с.
6. Нугманова Т. А. Биопрепараты – продукты микробиологического синтеза для производства экологически безопасных продуктов питания: технология, преимущества, перспективы // Экологические аспекты жизнедеятельности человека, животных и растений. Белгород : Издательский дом «Белгород», 2017. С. 45–76.
7. Шотт П. Р. Фиксация атмосферного азота в однолетних агроценозах. Барнаул : Азбука, 2007. 170 с.
8. Нечаева А. В., Жаркова С. В. Влияние применения биологических препаратов на формирование качественных показателей зерна яровой пшеницы // Овощи России. 2023. № 3. С. 93–97.
9. Сарыкин В. Н., Даммер В. А., Симакова С. А., Дымова Л. В., Мельников А. И. Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственных угодий Алтайского края (1965–2016 годы) : справочник. Барнаул : Параграф, 2017. 382 с.

References

1. Tihonovich I. A., Kruglov Yu. V. *Biological products in agriculture*, Moscow, Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut sel'skohozyajstvennoj mikrobiologii, 2005, 154 p. (in Russ.).
2. Minchenko Z., Bashkatov A. Agrotechnological assessment of the application of biological preparations and micronutrient fertilizers in spring wheat. Proceedings from BIO Web of Conferences. (PP. 01005). EDP Sciences, 2021.
3. Radzikowska-Kujawska D., John P., Piechota T., Nowicki M., Kowalczewski P. Ł. Response of winter wheat to selected biostimulants under drought conditions. *Agriculture*, 2023; 13:121.
4. Kozhemyakov A. P., Hotyanovich A. V. Prospects for the use of biological products of associative nitrogen-fixing microorganisms in agriculture. *Byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta agrohimii*, 1997;110:4–5 (in Russ.). EDN: WHCDTO.
5. Zavalin A. A. *Biological products, fertilizers and crops*, Moscow, Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut agrohimii, 2005, 302 p. (in Russ.).
6. Nugmanova T. A. Biological products – products of microbiological synthesis for the production of environmentally friendly food products: technology, advantages, prospects. In.: *Ecological aspects of human, animal and plant life*, Belgorod, Izdatel'skij dom "Belgorod", 2017, P. 45–76. (in Russ.).
7. Shott P. R. *Fixation of atmospheric nitrogen in annual agrocenoses*, Barnaul, Azbuka, 2007, 170 p. (in Russ.).
8. Nechaeva A. V., Zharkova S. V. The influence of the use of biological preparations on the formation of quality indicators of spring wheat grain. *Ovoshchi Rossii*, 2023;3:93–97 (in Russ.).

9. Sarykin V. N., Dammer V. A., Simakova S. A., Dymova L. V., Mel'nikov A. I. *Monitoring of soil fertility of agricultural lands in Altai krai (1965–2016): reference book*, Barnaul, Paragraf, 2017, 382 p. (in Russ.).

© Беляев В. И., Прокопчук Р. Е., Черепанова О. В., Соколова Л. В., 2023

Статья поступила в редакцию 02.11.2023; одобрена после рецензирования 30.11.2023; принята к публикации 11.12.2023.

The article was submitted 02.11.2023; approved after reviewing 30.11.2023; accepted for publication 11.12.2023.

Информация об авторах

Беляев Владимир Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет, prof-Belyaev@yandex.ru;

Прокопчук Роман Евгеньевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет, roman.prokopchuk.2015@mail.ru;

Черепанова Ольга Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общего земледелия, растениеводства и защиты растений, Алтайский государственный аграрный университет, cherepanova_olga22@mail.ru;

Соколова Людмила Валерьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ботаники, Алтайский государственный университет, l.v.sokol@mail.ru

Information about the authors

Vladimir I. Belyaev, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Agricultural Machinery and Technology, Altai State Agrarian University, prof-belyaev@yandex.ru;

Roman E. Prokopchuk, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Agricultural Machinery and Technology, Altai State Agrarian University, roman.prokopchuk.2015@mail.ru;

Olga V. Cherepanova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General Agriculture, Crop Production and Plant Protection, Altai State Agrarian University, cherepanova_olga22@mail.ru;

Liudmila V. Sokolova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Botany Department, Altai State University, l.v.sokol@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.