

nogo universiteta. – 2020.– Т. 6. – No. 4. – S. 397-405.

10. Pyko T.Iu. K voprosu o proizvodstve prodovolstvennogo zerna ovsa v podtaezhnoi zone Omskoi oblasti / T.Iu. Pyko, S.V. Vasiukevich, E.Iu. Ignateva // Rynok Fudnet: aktualnye problemy, perspektivy i resheniia: mat. mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (g. Omsk, 29 dekabria 2020 g.). – Omsk: FGBOU VO OmGAU, 2021. – S. 127-130.

11. Grigorev Iu.P. Elementy tekhnologii vozde-lyvaniia ovsa v podtaezhnoi zone / Iu.P. Grigorev, Z.G. Korshunova, A.V. Bankrutenko // Nauchnaia zhizn. – 2015. – No. 3. – S. 67-73.

12. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniia selskokhoziaistvennykh kultur / pod. red. M.A. Fedina. – Moskva: Kolos, 1989. – Vyp. 2. – 267 s.

13. Dospekhov, B.A. Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov / B.A. Dospekhov. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

14. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dos-tizhenii Rossiiskoi Federatsii [Elektronnyi resurs]. – 2021. – Rezhim dostupa: <https://reestr.gossort.com>.



УДК 633.11«321»:631.8:631.4(571.150)

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-231-1-50-56

В.И. Беляев, О.В. Черепанова, Р.Е. Прокопчук,  
С.В. Жандарова, Л.В. Соколова  
V.I. Belyaev, O.V. Cherepanova, R.E. Prokopchuk,  
S.V. Zhandarova, L.V. Sokolova

## УРОЖАЙНОСТЬ, КАЧЕСТВО ЗЕРНА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УЧАСТКАХ С РАЗНЫМ ПОЧВЕННЫМ ПЛОДОРОДИЕМ

### YIELDING CAPACITY, GRAIN QUALITY AND EFFICIENCY OF SPRING WHEAT GROWING UNDER DIFFERENT SYSTEMS OF MINERAL AND MICROBIOLOGICAL FERTILIZER APPLICATION IN AREAS WITH DIFFERENT SOIL FERTILITY

**Ключевые слова:** яровая пшеница, урожайность, ка-чество зерна, системы питания, микробиологические удобрения, Азофит, экономическая эффективность.

Цель работы – провести анализ урожайности, каче-ства зерна яровой пшеницы и экономической эффек-тивности возделывания культуры при использовании микро-биологических удобрений «Азофит N» и «Азофит Р» на фоне снижения доз внесения минеральных удобрений по различным участкам почвенного плодородия полей в СПК «Колос» Романовского района Алтайского края. При сни-жении дозы внесения минеральных удобрений от кон-троля (100%) до 85% и применении микробиологических удобрений средняя величина урожайности пшеницы уве-личивалась на 0,17 т/га. При дальнейшем снижении дозы удобрений до 70 и 50% от контроля средняя урожайность снижалась до 3,75 и 3,49 т/га соответственно. При этом средние значения натуры зерна и ИДК отличались незна-чительно. Величина содержания клейковины в зерне была максимальна на контроле (24,7%), а минимальна в вари-анте 85% от контроля при максимальной средней урожай-ности (22,5%). В среднем по вариантам удобрений лучшие результаты получены при дозе внесения 85% от контроля с применением микробиологических удобрений. Величина разности выхода продукции и затрат в семена и удобре-ния была максимальной и составила 52597 руб/га при

средней урожайности 4,16 т/га. Из зон плодородия почвы наибольший эффект получен в среднем при высоком пло-дородии (урожайность пшеницы в среднем 4,09 т/га, раз-ность выхода продукции и затрат на удобрения 54801 руб/га). В зоне среднего плодородия урожайность получена ниже на 0,21 т/га, а доход снижался на 2308 руб/га. В зоне низкого плодородия снижение урожая составило 0,41 т/га при снижении дохода на 7290 руб/га. Таким образом, фактор зоны плодородия поля в условиях года оказался даже более значимым, чем изменение доз внесения удобрений и применения биопрепаратов.

**Keywords:** spring wheat, yielding capacity, grain quality, nutrition systems, microbiological fertilizers, Azofit fertilizer, economic efficiency.

The research goal is to analyze spring wheat yielding ca-pacity, grain quality and economic efficiency of spring wheat growing using microbiological fertilizers Azofit N and Azofit P against the background of reducing rates of mineral fertilizer application in various areas of soil fertility in the fields of the farm SPK Kolos in the Romanovskiy District of the Altai Re-gion. When the rate of mineral fertilizers was reduced from the control (100%) to 85% and the microbiological fertilizers were applied, the average wheat yield increased by 0.17 t ha. With further reduction of fertilizer rates to 70% and 50% of the con-

trol, the average yields decreased to 3.75 t ha and 3.49 t ha, respectively. At the same time, the average values of grain-unit and gluten deformation index differed slightly. The value of gluten content in the grain was maximum in the control (24.7%), and minimum in the variant 85% of the control with the maximum average yield (22.5%). On average, in the fertilizer application variants, the best results were obtained with an application rate of 85% of the control with application of microbiological fertilizers. The difference between the output and the costs of seeds and fertilizers was maximum and amounted to 52,597 rubles ha with an average yield of 4.16 t

ha. Of the soil fertility zones, the greatest effect was obtained on average with high fertility (average wheat yield of 4.09 t ha, the difference between yield and fertilizer costs was 54,801 rubles ha). In the zone of medium fertility, the yield was lower by 0.21 t ha, and the income decreased by 2308 rubles ha. And in the low fertility zone, the yield decrease was 0.41 t ha with income decrease by 7290 rubles ha. Thus, the factor of the field fertility zone under the year conditions turned out to be even more significant than the change of fertilizer rates and biological product application.

**Беляев Владимир Иванович**, д.т.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: prof-belyaev@yandex.ru.

**Черепанова Ольга Васильевна**, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: cherepanova\_olga22@mail.ru.

**Прокопчук Роман Евгеньевич**, к.т.н., ассистент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: roman.prokopchuk.2015@mail.ru.

**Жандарова Светлана Викторовна**, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: jandarova-s@mail.ru.

**Соколова Людмила Валерьевна**, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный университет, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: l.v.sokol@mail.ru.

**Belyaev Vladimir Ivanovich**, Dr. Tech. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: prof-belyaev@yandex.ru.

**Cherepanova Olga Vasilevna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: cherepanova\_olga22@mail.ru.

**Prokopchuk Roman Evgenievich**, Cand. Tech. Sci., Asst., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: roman.prokopchuk.2015@mail.ru.

**Zhandarova Svetlana Viktorovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: jandarova-s@mail.ru.

**Sokolova Lyudmila Valerevna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: l.v.sokol@mail.ru.

### Введение

Поддержание высокого уровня урожайности полевых культур с высокими показателями качества в большинстве случаев достигается за счет применения высоких доз минеральных удобрений, что может приводить к загрязнению окружающей среды и повышению затрат хозяйств на возделывание культур. Альтернативным источником повышения обеспеченности растений элементами питания могут выступать микробиологические препараты, доля применения которых в настоящее время начинает возрастать [1-3]. Однако эффективность их может довольно значительно различаться в зависимости от уровня обеспеченности почв элементами питания, стартовых доз минеральных удобрений, уровня почвенного плодородия, погодных условий и вида культуры. Научное обоснование применения различных сочетаний доз внесения минеральных удобрений и биопрепаратов в меняющихся климатических условиях, совершенствование технологий возделывания зерновых культур позволят повысить эффективность их применения [4-6].

**Цель работы** – провести анализ урожайности, качества зерна яровой пшеницы и экономической эффективности возделывания культуры при использовании микробиологических удоб-

рений «Азофит N» и «Азофит P» на фоне снижения доз внесения минеральных удобрений по различным участкам почвенного плодородия полей в СПК «Колос» Романовского района Алтайского края.

### Материалы и методы

Азофит – микробиологическое удобрение с фунгицидными и стимулирующими свойствами, производитель – ООО «Сиббиофарм» [7].

Место проведения опытов – СПК «Колос» Романовского района Алтайского края, расположенное в Восточно-Кулундинской засушливой степной зоне [8, 9]. Для данной подзоны характерна недостаточная увлажненность вегетационного периода с большим количеством тепла и света. Рельеф равнинный. Климат континентальный. Средняя температура января -18,0°C, июля +19,0°C. Годовое количество атмосферных осадков 340 мм. Почвы – южные чернозёмы [9].

Выбор поля проводился на основе карт почвенного плодородия онлайн-платформы «Сторіо». На каждой из трех зон продуктивности опытного поля реализовано 4 варианта сочетаний доз внесения гранулированных и жидких минеральных удобрений с подкормками. Варианты опыта представлены в таблице 1. Предшественник – яровая пшеница.

Схема закладки полевого опыта

Вариант (доза внесения удобрений от базового уровня, принятого в хозяйстве)	Схемы обработки	
	обработка семян перед посевом	припосевное внесение
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 N10-P26-K26 – 100 кг/га в физическом весе
85%	Обработка семян по схеме хозяйства + Азофит N (1 л/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)
70%	Обработка семян по схеме хозяйства + Азофит N (1 л/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)
50%	Обработка семян по схеме хозяйства + Азофит N (1 л/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 (1 л/га) + Азофит P (1 л/га)

Яровая пшеница сорта Буран была посеяна 26.05.2023 г. Норма высева – 5 млн всх. зерен/га. Внесение удобрений в почву проводили одновременно с посевом.

### Результаты и обсуждение

Показатели качества зерна и урожайность яровой пшеницы по вариантам опыта приведены в таблице 2.

Анализ показывает, что средняя приведенная (к влажности зерна 14,0%) величина биологической урожайности пшеницы по вариантам опытов составила 3,80 ц/га при вариации 7,9% и стандартной ошибке 0,09 т/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%.

Причем установлена значимая линейная связь между влажностью зерна и натурой ( $R=0,65$ ), а также обратная связь между содержанием клейковины и натурой ( $R= -0,70$ ).

В условиях года получено зерно невысокого качества по содержанию протеина и клейковины (11,6-13,4% и 20,0-25,3% соответственно).

Минимальная средняя урожайность пшеницы получена на участке низкого плодородия (3,61 т/га), а максимальная – высокого (3,99 т/га). Различия 0,38 т/га высокозначимы. По содержанию протеина и клейковины преимущество имел участок 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 0,17 т/га (с 3,90 до 4,07 т/га). При дальнейшем снижении дозы удобрений до 70 и 50% от контроля средний урожай снижался до 3,75 и 3,49 т/га соответственно. Различия статистически значимы.

При этом средние значения натуре зерна и ИДК отличались незначительно. Величина содержания клейковины в зерне была максимальной на контроле (24,7%), а минимальна в варианте 85% от контроля при максимальной средней урожайности (22,5%). Различия статистически достоверны.

Проведение технико-экономической оценки сравниваемых вариантов удобрений базировалось на величине затрат в удобрения и семена, полученной урожайности пшеницы и качестве зерна. В основу расчетов положена биологическая урожайность яровой пшеницы по вариантам опытов, приведенная к влажности зерна 14,0%, цены на приобретение удобрений хозяйством и цены реализации зерна урожая с учетом его классности (табл. 3).

Как показывает анализ, диапазон денежных затрат на удобрения и биопрепараты по вариантам опытов существенно различались. Минимальная величина затрат была в вариантах 4.1-4.3 (4238 руб/га), а максимальная – в вариантах 1.1-1.3 на контроле (8032 руб/га).

## Качество зерна и приведенная биологическая урожайность яровой пшеницы

№	Вариант	Участок почвенно-го плодородия	Даты замеров и фазы развития растений					Уб (14%), т/га
			Wз, %	Сп, %	Ск, %	ИДК	Натура, г/л	
1	1.1	Высокое	13,8	12,5	24,5	85,7	899,4	4,27
2	1.2	Среднее	14,3	13,4	25,3	86,2	919,7	4,00
3	1.3	Низкое	14,3	12,8	24,3	85,3	905,8	3,71
4	2.1	Высокое	14,6	12,6	20,0	92,5	887,6	4,50
5	2.2	Среднее	13,1	12,2	22,8	85,0	878,4	4,08
6	2.3	Низкое	13,6	12,9	24,9	82,4	888,0	3,92
7	3.1	Высокое	13,3	12,8	25,3	86,1	890,1	4,00
8	3.2	Среднее	13,3	11,6	21,2	85,7	885,5	3,95
9	3.3	Низкое	13,8	12,7	23,1	85,9	894,2	3,56
10	4.1	Высокое	14,7	13,4	21,9	88,7	874,9	3,55
11	4.2	Среднее	13,5	13,0	23,4	85,3	883,0	3,55
12	4.3	Низкое	13,4	12,8	24,7	85,1	892,8	3,60
В среднем по дозам удобрений								
100% (Контроль)			14,2	12,9	24,7	85,7	908,3	4,00
85%			13,8	12,6	22,5	86,6	884,6	4,16
70%			13,5	12,4	23,2	85,9	889,9	3,81
50%			13,9	13,1	23,3	86,3	883,6	3,56
В среднем по зонам плодородия поля								
Высокое			14,0	12,7	23,0	87,2	895,1	4,09
Среднее			13,7	13,0	24,7	85,0	895,2	3,88
Низкое			13,7	12,4	22,6	86,2	884,5	3,69
Статистики показателей								
Среднее			13,8	12,7	23,5	86,2	891,6	3,88
-95%			13,5	12,4	22,4	84,6	883,8	3,69
+95%			14,2	13,0	24,5	87,7	899,4	4,08
Стандартное отклонение			0,5	0,5	1,7	2,4	12,3	0,31
Коэффициент вариации			3,9	3,9	7,3	2,8	1,4	7,9
Стандартная ошибка			0,2	0,1	0,5	0,7	3,5	0,09

Примечание. Уб (14%) – средняя биологическая урожайность, приведенная к влажности 14%, т/га; Wз – влажность зерна, %; Сп – содержание протеина в зерне, %; Ск – содержание клейковины в зерне, %.

Результаты расчетов экономической эффективности сравниваемых вариантов опытов приведены в таблице 3.

На основе анализа установлена высокозначимая линейная зависимость разности стоимости продукции и затрат на удобрения по вариантам опытов (рис.).

Как показывает анализ, максимум выхода продукции и разницы выхода продукции и затрат на удобрения в денежном выражении получен в варианте 2.1 и составил 65209 и 58160 руб/га соответственно, а минимум – в варианте 3.3 (51102 и 45258 руб/га соответственно). Различия существенны – 14107 и 12902 руб/га соответственно.

В среднем по вариантам удобрений лучшие результаты получены при дозе внесения 85% от

контроля с применением биопрепаратов. Величина разности выхода продукции и затрат в семена и удобрения была максимальной и составила 52597 руб/га.

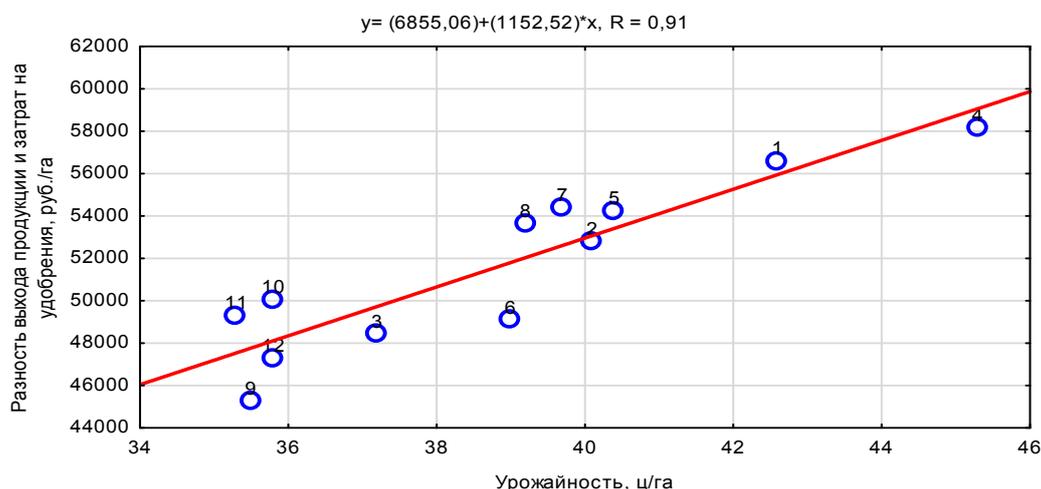
В сравнении с контролем (доза удобрений 100% без биопрепаратов), увеличение урожайности составило в среднем 0,16 т/га и дополнительный доход в размере 1233 руб/га. Снижение дозы внесения удобрений до 70 и 50% (с применением биопрепаратов) от базовой (100%) приводило к снижению урожайности на 0,19 и 0,14 т/га, а разность выхода продукции и затрат на семена и удобрения снижалась до 1510 и 3704 руб/га соответственно, т.е. применение биопрепаратов было экономически обоснованным при снижении дозы внесения минеральных удобрений на 15% от контроля.

Таблица 3

**Сравнительная эффективность норм высева и доз удобрений по вариантам опытов**

№ п/п	Вариант	Участок плодородия почвы	Уб, т/га	Сп, %	Класс зерна по ГОСТ Р 9353-2016	Стоимость продукции с учетом классности, руб/га	Затраты на приобретение удобрений, руб/га	Разность стоимости продукции и затрат на удобрения, руб/га
1	1.1	Высокое	4,27	12,5	3	64624	8032	56592
2	1.2	Среднее	4,00	13,4	3	60832		52800
3	1.3	Низкое	3,71	12,8	3	56432		48400
4	2.1	Высокое	4,50	12,2	4	65209	7049	58160
5	2.2	Среднее	4,08	12,9	3	61287		54238
6	2.3	Низкое	3,92	12,6	4	56141		49091
7	3.1	Высокое	4,00	11,6	4	60225	5844	54381
8	3.2	Среднее	3,95	12,8	3	59466		53622
9	3.3	Низкое	3,56	12,7	3	51102		45258
10	4.1	Высокое	3,55	13,4	4	54309	4238	50071
11	4.2	Среднее	3,55	13,0	3	53550		49312
12	4.3	Низкое	3,60	12,8	3	51534		47296
В среднем по дозам удобрений								
100 (Контроль)			40,0	12,9	3,0	60629	-	52597
85			41,6	12,6	3,7	60879	-	53830
70			38,1	12,4	3,3	56931	-	51087
50			35,6	13,1	3,3	53131	-	48893
В среднем по зонам плодородия								
Высокое			40,9	12,7	3,8	61092	-	54801
Среднее			38,8	13,0	3,0	58784	-	52493
Низкое			36,9	12,4	3,3	53802	-	47511

Примечание. Цена 1 т зерна 1-го класса – 17220 руб/т, 2-го класса – 16095, 3-го класса – 15170, 4-го класса – 14395 руб/т (средневзвешенные цены на зерно по данным мониторинга на 19 октября 2023 г.).



**Рис. Зависимость разности стоимости продукции и затрат на удобрения от урожайности пшеницы**  
 $D = 6855,1 + 1152,5 Уб, R=0,91$

Из зон плодородия почвы наибольший эффект получен в среднем при высоком плодородии (урожайность пшеницы в среднем 4,09 т/га, разность выхода продукции и затрат на удобрения 54801 руб/га). В зоне среднего плодородия урожайность получена ниже на 0,21 т/га, а доход

снижался на 2308 руб/га. В зоне низкого плодородия снижение урожая составило 4,0 ц/га при снижении дохода на 7290 руб/га.

Таким образом, участки почвенного плодородия поля и снижение доз внесения минеральных удобрений на фоне применения биопрепаратов

Азофит N и Азофит P существенно влияют на урожайность яровой пшеницы и экономическую эффективность производства зерна.

### Заключение

При снижении дозы внесения минеральных удобрений от контроля (100%) до 85% и применении микробиологических удобрений средняя величина урожайности пшеницы увеличивалась на 0,17 т/га. При дальнейшем снижении дозы удобрений до 70 и 50% от контроля средняя урожайность снижалась до 3,75 и 3,49 т/га соответственно. При этом средние значения природы зерна и ИДК отличались незначительно. Величина содержания клейковины в зерне была максимальна на контроле (24,7%), а минимальна в варианте 85% от контроля при максимальной средней урожайности (22,5%).

В среднем по вариантам удобрений лучшие результаты получены при дозе внесения 85% от контроля с применением микробиологических удобрений. Величина разности выхода продукции и затрат в семена и удобрения была максимальной и составила 52597 руб/га при средней урожайности 4,16 т/га. Из зон плодородия почвы наибольший эффект получен в среднем при высоком плодородии (урожайность пшеницы в среднем 4,09 т/га, разность выхода продукции и затрат на удобрения 54801 руб/га). В зоне среднего плодородия урожайность получена ниже на 0,21 т/га, а доход снижался на 2308 руб/га. В зоне низкого плодородия снижение урожая составило 0,41 т/га при снижении дохода на 7290 руб/га.

Таким образом, фактор участка плодородия поля в условиях года оказался даже более значимым, чем изменение доз внесения удобрений и применения биопрепаратов. Причем существует взаимное влияние исследуемых факторов на урожайность пшеницы и получение дополнительного дохода.

### Библиографический список

1. Тихонович, И. А. Биопрепараты в сельском хозяйстве / И. А. Тихонович, Ю. В. Круглов. – Москва, 2005. – 154 с. – Текст: непосредственный.
2. Minchenko Z., Bashkatov A. (2021). Agrotechnological assessment of the application of biological preparations and micronutrient fertilizers in spring wheat. *BIO Web Conf.* 32 01005. DOI: 10.1051/bioconf/20213201005.

3. Radzikowska-Kujawska, D., John, P., Piechota, T., et al. (2023). Response of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Selected Biostimulants under Drought Conditions. *Agriculture*. 13. 121. DOI: 10.3390/agriculture13010121.

4. Кожемяков, А. П. Перспективы применения биопрепаратов ассоциативных азотфиксирующих микроорганизмов в сельском хозяйстве / А. П. Кожемяков, А. В. Хотянович. – Текст: непосредственный // Бюллетень ВИУА. – Москва, 1997. – № 110. – С. 4-5.

5. Завалин, А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А. А. Завалин. – Москва: ВНИИА. 2005. – 302 с. – Текст: непосредственный.

6. Нугманова, Т. А. Биопрепараты – продукты микробиологического синтеза для производства экологически безопасных продуктов питания: технология, преимущества, перспективы / Т. А. Нугманова. – Текст: непосредственный // Экологические аспекты жизнедеятельности человека, животных и растений. – Белгород: ИД «Белгород», НИУ «БелГУ», 2017. – С. 45-76.

7. Сиббиофарм. 2023. – URL: <https://www.sibbio.ru/about/> (дата обращения: 11.11.2023 г.). – Текст: электронный.

8. Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственных угодий Алтайского края (1965-2010 годы) / В. Н. Сарыкин, Т. Д. Храмова, Ю. И. Заруднев [и др.]. – Барнаул, 2012. – 30 с. – Текст: непосредственный.

9. Мониторинг плодородия почв земель сельскохозяйственных угодий Алтайского края (1965-2016 годы): справочник / В. Н. Сарыкин, В. А. Даммер, С. А. Симакова [и др.]. – Барнаул: Типография «Параграф», 2017. – 382 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Tikhonovich I.A., Kruglov Iu.V. Biopreparaty v selskom khoziaistve. – Moskva: 2005. – 154 s.
2. Minchenko Z., Bashkatov A. (2021). Agrotechnological assessment of the application of biological preparations and micronutrient fertilizers in spring wheat. *BIO Web Conf.* 32 01005. DOI: 10.1051/bioconf/20213201005.
3. Radzikowska-Kujawska, D., John, P., Piechota, T., et al. (2023). Response of Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.) to Selected Biostimulants under Drought Conditions. *Agriculture*. 13. 121. DOI: 10.3390/agriculture13010121.
4. Kozhemiakov A.P., Khotianovich A.V. Perspektivy primeneniia biopreparatov assotsiativnykh

azotfiksiruiushchikh mikroorganizmov v selskom khoziaistve // Biull. VIUA. – 1997. – No. 110. – S. 4-5.

5. Zavalin A.A. Biopreparaty, udobreniia i urozhai. – Moskva: VNIIA. 2005. – 302 s.

6. Nugmanova T.A. Biopreparaty – produkty mikrobiologicheskogo sinteza dlia proizvodstva ekologicheskii bezopasnykh produktov pitaniia: tekhnologiya, preimushchestva, perspektivy // Ekologicheskie aspekty zhiznedeiatelnosti cheloveka, zhivotnykh i rastenii. – Belgorod: ID «Belgorod» NIU «BelGU», 2017. – S. 45-76.

7. Sibbiofarm. 2023. [Elektronnyi resurs]. Rezhim dostupa: URL: <https://www.sibbio.ru/about/> (data obrashcheniia 11.11.2023 g.).

8. Monitoring plodorodiia pochv zemel selskokhoziaistvennykh ugodii Altaiskogo kraia

(1965-2010 gody) / Sarykin V.N., Khramkova T.D., Zarudnev Iu.I., Simakova S.A., Dymova L.V., Amelchenko Z.G. – Barnaul, 2012. – 30 s.

9. Monitoring plodorodiia pochv zemel selskokhoziaistvennykh ugodii Altaiskogo kraia (1965-2016 gody): spravochnik / Sarykin V.N., Dammer V.A., Simakova S.A., Dymova L.V., Melnikov A.I. – Barnaul: Tipografiia «Paragraf», 2017. – 382 s.

*Работа выполнена при поддержке гранта Губернатора Алтайского края для разработки качественно новых технологий, создания инновационных продуктов и услуг в сферах переработки и производства пищевых продуктов, фармацевтического производства и биотехнологий (Соглашение № 8 от 26.06.2023).*



УДК 631.417:579:631.8:633.11 “321”

DOI: 10.53083/1996-4277-2024-231-1-56-63

**С.В. Жандарова, В.И. Беляев,  
О.В. Черепанова, Р.Е. Прокопчук  
S.V. Zhandarova, V.I. Belyaev,  
O.V. Cherepanova, R.E. Prokopchuk**

## ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ СНИЖЕНИИ НОРМЫ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ «АЗОФИТ N» И «АЗОФИТ P»

### CHANGES IN AGROCHEMICAL SOIL PROPERTIES AND SPRING WHEAT YIELDS WITH REDUCED APPLICATION RATES OF MINERAL FERTILIZERS AND APPLICATION OF AZOFIT N AND AZOFIT P FERTILIZERS

**Ключевые слова:** агрохимические свойства почвы, нормы удобрений, Азофит N, Азофит P, урожайность зерна яровой пшеницы.

Применение микробиологических удобрений «Азофит N» и «Азофит P», на почвах с разным уровнем плодородия позволяет уменьшить нагрузку на почвенную микрофлору при внесении минеральных удобрений под яровую пшеницу. При проведении сравнительной оценки действия микробиологических удобрений «Азофит N» и «Азофит P» при снижении нормы удобрения в зоне черноземов засушливой и умеренно-засушливой степи Алтайского края наблюдаются изменения агрохимических свойств почвы. За счет применения микробиологических препаратов и уменьшения норм минеральных удобрений усиливается деятельность почвенных микроорганизмов, способствующих мобилизации в почве азота, фосфора и калия, и улучшается доступность элементов питания для растений. Наибольшая урожайность зерна яровой пшеницы получена на всех участках различных по плодородию при уменьшении дозы минеральных удобрений на 15% с применением препаратов «Азофит N» и «Азофит P». При

снижении норм минерального питания на 30 и 50% по отношению к контролю применение микробиологических удобрений не способствует повышению урожайности зерна яровой пшеницы. При сравнении урожайности по уровням плодородия получены наибольшие показатели урожайности зерна на вариантах при высоком уровне плодородия на контроле и с уменьшением нормы питания на 15 и на 30%. более тесная зависимость урожайности была от содержания подвижного фосфора и калия к концу вегетации. Выявлена также значимая зависимость урожайности зерна яровой пшеницы от содержания гумуса в почве, т.к. содержание органического вещества в почве существенно влияет на плодородие почвы и формирование урожая.

**Keywords:** agrochemical soil properties, Azofit N fertilizer, Azofit P fertilizer, spring wheat grain yield.

The application of microbiological fertilizers Azofit N and Azofit P on soils with different fertility levels makes it possible to reduce the load on soil microflora when applying mineral fertilizers to spring wheat. When making comparative evaluation of the effect of microbiological fertilizers Azofit N and