

Научная статья/Research Article

УДК 633.111.1: 631.8

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-20-28

Вячеслав Юрьевич Листков^{1✉}, Юлия Михайловна Каниболоцкая²,

Антон Михайлович Горелов³

^{1,2,3}Сибирский университет потребительской кооперации, Новосибирск, Россия

¹sirba78@mail.ru

²yu_leonova@mail.ru

³anton.gorelov.02@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Цель исследований – проанализировать влияние минеральных и бактериальных удобрений, а также совместного их применения на накопление основных питательных веществ в почве, продукции; микробиологическую активность в почве и урожайность сельскохозяйственных культур (на примере пшеницы яровой). Для решения поставленных вопросов с 2018 по 2021 г. проводились полевые опыты в Коченевском районе Новосибирской области. Объект исследований – пшеница яровая сорта Новосибирская 31. Минеральные удобрения – аммиачную селитру, суперфосфат и калийную соль вносили перед посевом из расчета $N_{30}P_{36}K_{40}$. Инокуляцию семян бактериальными удобрениями проводили в день посева по норме азотобактерина и фосфоробактерина на торфяной основе по 0,5 кг на гектарную норму семян. Почвенные образцы отбирались на глубине 0–20 и 20–40 см в пяти местах делянки на двух повторениях опыта. Образцы почвы на микробиологические анализы брались шпателями с глубины 0–20 см в стерильные пакеты. Почвенные и растительные образцы отбирались одновременно по фазам развития. Для пшеницы – всходы, кущение, цветение, молочная и полная спелость. Пшеница на черноземе положительно отзывается на внесенные минеральные и бактериальные удобрения. Бактериальные препараты на фонах минеральных и без фонов способствуют накоплению подвижных форм азота, фосфора и значительному увеличению полезных групп микроорганизмов в почве. При совместном действии минеральных и бактериальных удобрений отмечено незначительное увеличение содержания белка в зерне яровой пшеницы. Прибавка урожая при совместном применении минеральных и бактериальных удобрений по сравнению с контролем составляет от 12,2 до 62,6 %, а по сравнению с фоном – до 14,5 %.

Ключевые слова: бактериальные удобрения, минеральные удобрения, азотобактерин, фосфоробактерин, яровая пшеница, Новосибирская область, выщелоченный чернозем

Для цитирования: Листков В.Ю., Каниболоцкая Ю.М., Горелов А.М. Эффективность использования минеральных и бактериальных удобрений при выращивании яровой пшеницы в условиях Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3. С. 20–28. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-20-28.

Vyacheslav Yurievich Listkov^{1✉}, Yulia Mikhailovna Kanibolotskaya²,

Anton Mikhailovich Gorelov³

^{1,2,3}Siberian University of Consumer Cooperation, Novosibirsk, Russia

¹sirba78@mail.ru

²yu_leonova@mail.ru

³anton.gorelov.02@mail.ru

**MINERAL AND BACTERIAL FERTILIZERS USE EFFECTIVENESS
WHEN GROWING SPRING WHEAT IN WESTERN SIBERIA**

The purpose of research is to analyze the effect of mineral and bacterial fertilizers, as well as their combined use, on the accumulation of basic nutrients in soil and products; microbiological activity in the soil and crop productivity (using the example of spring wheat). To resolve the issues raised, field experiments were carried out from 2018 to 2021 in the Kochenevsky district of the Novosibirsk Region. The object of research is spring wheat variety Novosibirskaya 31. Mineral fertilizers – ammonium nitrate, superphosphate and potassium salt were applied before sowing at the rate of $N_{30}P_{36}K_{40}$. Inoculation of seeds with bacterial fertilizers was carried out on the day of sowing at a rate of azotobacterin and phosphorobacterin on a peat basis of 0.5 kg per hectare rate of seeds. Soil samples were taken at a depth of 0–20 and 20–40 cm in five places of the plot in two repetitions of the experiment. Soil samples for microbiological analyzes were taken with spatulas from a depth of 0–20 cm into sterile bags. Soil and plant samples were selected simultaneously according to development phases. For wheat – germination, tillering, flowering, milky and full ripeness. Wheat on black soil responds positively to applied mineral and bacterial fertilizers. Bacterial preparations on mineral backgrounds and without backgrounds contribute to the accumulation of mobile forms of nitrogen, phosphorus and a significant increase in beneficial groups of microorganisms in the soil. With the combined action of mineral and bacterial fertilizers, a slight increase in the protein content in spring wheat grain was noted. The increase in yield with the combined use of mineral and bacterial fertilizers compared to the control ranges from 12.2 to 62.6 %, and compared to the background – up to 14.5 %.

Keywords: bacterial fertilizers, mineral fertilizers, azotobacterin, phosphorobacterin, spring wheat, Novosibirsk Region, leached chernozem

For citation: Listkov V.Y., Kanibolotskaya Y.M., Gorelov A.M. Mineral and bacterial fertilizers use effectiveness when growing spring wheat in Western Siberia // Bulliten KrasSAU. 2024;(3): 20–28 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-20-28.

Введение. Черноземы выщелоченные – наиболее плодородные почвы в Западной Сибири. Значение их в производстве сельскохозяйственной продукции очень велико. Потенциальное и эффективное плодородие этих почв не беспредельно, это вызывает необходимость разработки приемов, обеспечивающих не только сохранение плодородия, но и правильное его повышение. Среди мероприятий в повышении эффективного плодородия почвы и росте урожайности возделываемых культур определенное значение имеет применение бактериальных удобрений (азотобактерина и фосфоробактерина), сущность действия которых основана на использовании жизнедеятельности полезных почвенных микроорганизмов.

Работами ряда ученых [1–7] доказано положительное влияние микроорганизмов на плодородие почв. Благодаря их деятельности растения снабжаются азотом за счет фиксации его из атмосферы свободноживущими бактериями.

Исследователи Н.А. Воронкова [1], О.Г. Чамурилев [4], И.А. Бобренко [8] и другие считают, что одним из приемов регулирования почвенной микрофлоры и повышений плодородия в За-

падной Сибири является применение бактериальных удобрений.

Авторами Н.А. Воронковой [1], В.И. Поповой [3], В.И. Усенко [6] установлено, что вносимые с бактериальными удобрениями в почву микроорганизмы в процессе своей жизнедеятельности выделяют биотические вещества (ауксины, витамины, антибиотики), которые оказывают активное воздействие на интенсивность роста и развития возделываемого растения.

В Западной Сибири с каждым годом увеличиваются площади по применению минеральных удобрений и бактериальных препаратов (азотобактерина и фосфоробактерина). Бактерии этих препаратов способствуют активации деятельности других групп полезных почвенных микроорганизмов, улучшающих питание растений, накопление в почве усвояемых форм азота и фосфора, а также продуцированию физиологически активных веществ, являющихся стимуляторами роста растений.

Цель исследований – проанализировать влияние минеральных и бактериальных удобрений, а также совместного их применения на накопление основных питательных веществ в

почве, продукции; микробиологическую активность в почве и урожайность сельскохозяйственных культур (на примере пшеницы яровой).

Объекты и методы. Для решения поставленных вопросов с 2018 по 2021 г. проводились полевые опыты в Коченевском районе Новосибирской области. Почва на опытном участке – чернозем выщелоченный среднесиловый: содержание гумуса – 6,54–8,15 %, общего азота – 0,39–0,40 %, содержание подвижной фосфорной кислоты (по Кирсанову) – 10,7–20,4 мг, обменного калия (по Кирсанову) – 11,0–20,0 мг/100 г сухой почвы, рН солевой – 6,4–6,8. Сумма поглощенных оснований – 37,9–40,2 мг-экв. на 100 г почвы.

Метеорологические условия в период проведения полевых опытов значительно различались по годам. 2018 г. характеризовался неустойчивой погодой в мае – температура дважды пересекала порог 5 °С. Vegetационный период года отличался засушливостью, общее количество осадков за период – 161 мм (ГТК = 0,7). 2019 г. характеризовался недостатком тепла (сумма эффективных температур – 1 839 °С) и значительным увлажнением (ГТК = 1,4). 2020 и 2021 гг. по агроклиматическим условиям были наиболее благоприятными – ГТК₂₀₂₀ = 1,0; ГТК₂₀₂₁ = 1,1.

Наблюдение за динамикой почвенной влаги на опытном участке показало, что запасы продуктивной влаги в метровом слое в начале вегетационного периода находились на уровне 162–177 мм. К середине вегетационного периода 2018 г. запас влаги доходил до отметки 57 мм, что можно охарактеризовать как «плохой запас влаги». В другие годы исследований запасы продуктивной влаги в метровом слое к фазе цветения пшеницы оценивались как «хорошие» и находились на отметках 144, 128, 132 мм соответственно в 2019, 2020, 2021 гг. К фазе «восковая спелость» запас влаги снижался до 51, 80, 73, 69 мм соответственно в 2018, 2019, 2020, 2021 гг.

Полевые опыты закладывались по общепринятой методике Б.А. Доспехова [9]. Основные приемы обработки почвы и ухода за растениями осуществлялись по агротехнике, принятой для данной зоны.

Размеры опытных делянок составляли 100 кв. м при четырехкратном повторении.

Объектом исследований являлась пшеница яровая сорта Новосибирская 31. Минеральные

удобрения (фон) – аммиачная селитра, суперфосфат и калийная соль вносились перед посевом из расчета N₃₀P₃₆K₄₀. Инокуляцию семян бактериальными препаратами проводили в день посева: 0,5 кг препаратов азотобактерина и фосфоробактерина на гектарную норму высева пшеницы.

Для оценки динамики накопления питательных веществ в почве отбирались почвенные образцы с глубин 0–20 и 20–40 см в пяти местах делянки на двух несмежных повторениях. Сроки взятия образцов были приурочены к фенологическим фазам развития пшеницы: всходы, цветение и восковая спелость.

Образцы почвы на микробиологические анализы отбирались шпателями с глубины 0–20 см в стерильные пакеты четыре раза за вегетационный период (с 5 июня по 19 сентября).

Лабораторные анализы почв и растений проводили в двух аналитических повторениях из разных навесок. Образцы высушивались до воздушно-сухого состояния и измельчались. В образцах почвы определялись влажность, рН солевой. В свежих образцах определяли содержание аммония с реактивом Несслера и нитраты с дисульфифеноловой кислотой (по методу Грандваль-Ляжу). Подвижный фосфор и калий – по Кирсанову. Все микробиологические анализы почвы проводили в соответствии с [10].

Учет урожая проводили сплошной уборкой зерна на всех делянках опыта в течение трех лет (с 2018 по 2020 г.). Урожайные данные по опытам подвергались статистической обработке методом дисперсионного анализа [9].

Результаты и их обсуждение. В таблице 1 показано влияние удобрений на динамику подвижных питательных веществ в почве. Заслуживает внимания тот факт, что применение минеральных и бактериальных удобрений в начальные фазы развития пшеницы способствовало накоплению в почве фосфорной кислоты и соединений азота, в особенности нитратов. В последующие фазы развития пшеницы наибольшее содержание нитратного азота отмечено только в вариантах с совместным внесением минеральных и бактериальных удобрений.

Отметим также, что в процессе развития пшеницы произошло значительное снижение нитратного азота в почве от фазы «всходы» к фазе «восковая спелость» во всех вариантах в среднем на 78,5 % (минимум в контроле 71,7 %, максимум в варианте «N₃₀P₃₆K₄₀ (Фон)» 86,3 %).

Содержание азота, фосфора и калия в почве чернозема выщелоченного под яровой пшеницей (среднее за 2018–2020 гг.), мг/кг

Вариант опыта	NO ₃			NH ₄			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	Всходы	Цветение	Восковая спелость	Всходы	Цветение	Восковая спелость	Всходы	Цветение	Восковая спелость	Всходы	Цветение	Восковая спелость
Контроль	46,6	25,6	13,2	8,8	5,0	7,6	147,0	117,4	130,0	215,0	160,0	150,0
N ₃₀ P ₃₆ K ₄₀ (фон)	73,0	22,6	10,0	9,8	5,3	8,8	178,8	125,5	141,6	230,0	190,0	175,0
Фон + азотобактерин (АБ)	108,3	32,6	28,2	10,0	5,0	10,7	194,0	128,0	148,2	230,0	185,0	170,0
Фон + АБ + ФБ	103,9	27,4	26,2	9,3	5,1	10,3	186,0	123,6	145,1	230,0	185,0	162,0
Фон + фосфоробактерин (ФБ)	109,8	28,6	22,5	9,1	4,8	8,6	185,6	126,7	148,6	232,0	182,0	152,0
Азотобактерин	67,3	22,9	13,7	8,4	5,4	8,4	154,1	113,5	129,8	210,0	160,0	150,0
АБ + ФБ	68,2	24,4	12,9	8,1	4,4	8,5	160,5	115,5	139,2	220,0	165,0	160,0
Фосфоробактерин	68,8	25,5	13,3	8,7	5,4	9,0	166,5	119,1	143,5	215,0	165,0	155,0
НСР ₀₅	4,3	1,3	0,9	0,6	0,3	0,5	8,6	6,1	7,0	11,1	8,7	8,0

Содержание аммонийного азота во всех вариантах находилось на низком уровне. Его среднее количество в начале и конце вегетации колебалось у отметки 9 мг/кг почвы с понижением к фазе цветения до 5,1 мг/кг.

Значительные изменения фосфорной кислоты в почве отмечены в вариантах совместного применения минеральных и бактериальных удобрений. Содержание фосфорной кислоты уменьшалось к фазе цветения (в среднем – на 32,9 %; контроль – на 20,1; фон – на 29,8 %), так как в этот период шло интенсивное его потребление растениями, а к концу вегетации содержание увеличилось (в среднем – на 16,8 %; контроль – на 10,7; фон – на 12,8 %).

Применение азотобактерина в чистом виде и совместно с фосфоробактерином не ведет к существенному увеличению фосфорной кислоты в почве.

Отмечено, что применение минеральных удобрений увеличивает содержание калия в почве в среднем на 7 % по сравнению с контролем и вариантами с бактериальными удобрениями без фона в фазе всходов, на 13,6–16 % – в фазе цветения и на 6,3–9,8 % – в фазе восковой спелости.

Внесенные минеральные удобрения и бактериальные препараты положительно действуют на микрофлору почвы и усиливают ее микробиологическую активность. Результаты анализов приведены в таблице 2.

Азотобактерин и фосфоробактерин на фоне минеральных удобрений и без них способствуют увеличению численности нитрифицирующих, аммонифицирующих, фосфорразлагающих и гумусразлагающих бактерий в 2–3 раза по сравнению с контролем.

По динамике изменения численности полезных групп микроорганизмов во всех вариантах можно предположить, что в процессе роста и развития пшеницы активность микроорганизмов повышается, а после цветения пшеницы к концу вегетации снижается.

Влияние удобрений на накопление сухого вещества, содержание и вынос элементов питания урожаями. Внесение в почву бактериальных препаратов на фоне минеральных удобрений и без них увеличивают в ризосфере корней количество питательных веществ в доступной для растений форме. Наряду с увеличением количества питательных веществ в усвояемых формах бактериальные препараты способствуют мощному развитию растений и в связи с этим интенсивному усвоению питательных веществ [2–5]. Общий вынос питательных элементов урожаями яровой пшеницы на черноземе выщелоченном по вариантам опытов значительно колеблется (табл. 3), что обусловлено величиной урожаев по годам и изменением химического состава, с внесением удобрений от контроля до максимально эффективного варианта вынос азота возрастает от 41,6 до 77,0 кг/га, фосфора – от 11,3 до 25,6 и калия – от 25,8 до 45,6 кг/га.

**Микробиологическая активность почвы после внесения биологических препаратов
под пшеницу яровую (среднее за 2020–2021 гг.), млн клеток в 1 г почвы**

Вариант опыта	Дата анализа	Нитрифицирующие бактерии на среде Виноградского	Аммонифицирующие бактерии на среде МПА	Бактерии, разлагающие органические фосфорные соединения на среде Менкиной	Бактерии, разлагающие минеральные, фосфорные соединения на среде Муромцева	Бактерии, разлагающие гумус на среде с гуминовой кислотой
Площадка без растений	05.06	0,0	0,7	0,6	2,5	0,6
	05.07	1,3	4,8	1,1	13,7	0,5
	01.08	1,1	5,7	2,0	16,0	2,2
	19.09	0,6	2,2	1,5	6,0	1,6
Контроль	05.06	0,3	1,9	2,2	7,0	0,3
	05.07	0,8	5,0	1,1	21,0	0,2
	01.08	1,5	6,3	6,5	24,5	7,5
	19.09	1,0	4,7	0,5	3,2	2,8
N ₃₀ P ₃₆ K ₄₀ (фон)	05.06	1,3	3,6	2,2	11,5	3,8
	05.07	1,8	9,0	1,9	33,0	6,0
	01.08	2,2	11,5	2,8	34,4	2,5
	19.09	1,5	8,4	1,5	9,4	1,7
Фон + АБ	05.06	1,5	7,6	2,3	19,1	4,4
	05.07	2,5	9,5	7,6	34,0	4,0
	01.08	2,5	20,0	8,5	40,0	4,0
	19.09	2,0	9,4	1,6	13,0	8,4
Фон+ФБ	05.06	0,8	4,4	7,2	15,3	7,3
	05.07	1,2	30,0	15,2	36,3	1,0
	01.08	2,5	20,5	8,3	40,7	4,0
	19.09	2,0	9,6	6,9	11,2	2,5
Азотобактерин (АБ)	05.06	0,5	2,9	5,3	10,3	1,8
	05.07	1,5	13,5	5,7	24,9	1,4
	01.08	2,0	114,0	6,5	25,2	4,2
	19.09	0,6	11,1	1,1	11,0	3,7
Фосфоробактерин (ФБ)	05.06	0,3	3,5	2,0	16,6	2,5
	05.07	1,3	13,7	5,9	24,8	2,5
	01.08	2,0	14,1	7,1	22,5	5,0
	19.09	1,5	3,0	2,0	14,3	4,1

Содержание и вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы в зависимости от сочетания вносимых удобрений (среднее за 2018–2020 гг.)

Вариант опыта	Содержание, %			Вынос		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	<u>2,56</u> 0,51	<u>0,66</u> 0,16	<u>0,47</u> 1,25	<u>41,7</u> 3,18	<u>11,3</u> 0,87	<u>25,8</u> 1,98
N ₃₀ P ₃₆ K ₄₀ (фон)	<u>2,64</u> 0,69	<u>0,69</u> 0,21	<u>0,49</u> 1,33	<u>64,5</u> 3,46	<u>17,5</u> 0,94	<u>38,8</u> 2,08
Фон + АБ	<u>2,77</u> 0,69	<u>0,82</u> 0,24	<u>0,48</u> 1,38	<u>74,3</u> 3,61	<u>22,8</u> 1,10	<u>43,9</u> 2,13
Фон + АБ + ФБ	<u>2,82</u> 0,70	<u>0,90</u> 0,24	<u>0,49</u> 1,38	<u>77,0</u> 3,67	<u>25,1</u> 1,19	<u>45,6</u> 2,17
Фон + ФБ	<u>2,69</u> 0,65	<u>0,90</u> 0,25	<u>0,49</u> 1,38	<u>74,0</u> 3,50	<u>25,6</u> 1,20	<u>45,5</u> 2,14
Азотобактерин (АБ)	<u>2,66</u> 0,57	<u>0,78</u> 0,21	<u>0,49</u> 1,28	<u>49,7</u> 3,35	<u>15,3</u> 1,03	<u>29,8</u> 2,01
АБ + ФБ	<u>2,59</u> 0,59	<u>0,76</u> 0,20	<u>0,46</u> 1,32	<u>49,5</u> 3,37	<u>14,9</u> 1,02	<u>29,7</u> 2,02
Фосфоробактерин (ФБ)	<u>2,58</u> 0,54	<u>0,78</u> 0,21	<u>0,46</u> 1,32	<u>50,4</u> 3,23	<u>16,1</u> 1,03	<u>31,9</u> 2,04
НСР ₀₅	<u>0,08</u> 0,03	<u>0,04</u> 0,04	<u>0,01</u> 0,07	<u>8,30</u> 0,12	<u>2,20</u> 0,11	<u>3,20</u> 0,06

Примечание: в столбце «Содержание»: в числителе – зерно, в знаменателе – солома; в столбце «Вынос»: в числителе – кг/га, в знаменателе – кг/ц зерна.

С урожаем пшеница в вариантах с совместным внесением минеральных и бактериальных удобрений по сравнению с контролем выносила из почвы в среднем азота на 33,4 кг/ц; фосфора – на 13,2; калия – на 19,2 кг/ц зерна больше. В первую очередь это можно связать с более высокой урожайностью в этих вариантах (табл. 4).

Пшеница положительно отзывалась на внесение минеральных и бактериальных удобрений. Общий вынос питательных веществ по вариантам опыта неодинаков. При внесении минеральных удобрений N₃₀P₃₆K₄₀, азотобактерина и фосфоробактерина по сравнению с контролем вынос азота увеличивается от 41,7 до 77,0 кг/га; фосфора – от 11,3 до 25,6 и калия – от 25,8 до 45,6 кг/га. На содержание и вынос питательных веществ пшеницей влияют величина урожая и погодные условия. Так, содержание P₂O₅ в рас-

тениях в более засушливом 2018 г. было от 0,51 до 0,59 %, а в 2020 г., более увлажненном, содержание фосфора доходило до 0,80 %. Процентное содержание азота и калия по годам и вариантам изменялись незначительно.

Данные учета урожайности свидетельствуют, что внесение минеральных и бактериальных удобрений приводит к увеличению урожайности пшеницы (табл. 4). Применение минеральных удобрений позволяет увеличить урожайность по сравнению с контролем на 42 %, совместное использование минеральных и бактериальных удобрений – на 60, использование только бактериальных удобрений – на 14,8 %. Исключение составил 2019 г., когда урожайность в вариантах «Азотобактерин (АБ)» и «АБ + ФБ» находилась в пределах ошибки опыта и была на уровне контроля.

**Влияние минеральных и бактериальных удобрений
на урожайность яровой пшеницы на черноземе выщелоченном**

Вариант	Урожайность пшеницы, ц/га			Средняя урожайность, ц/га	Прибавка	
	2018 г.	2019 г.	2020 г.		к контролю	к фону
Контроль	10,8	15,0	13,5	13,1	–	–
N ₃₀ P ₃₆ K ₄₀ (фон)	15,5	22,0	18,4	18,6	5,5	–
Фон + АБ	17,5	23,3	20,9	20,6	7,5	2,0
Фон + АБ+ФБ	17,7	23,8	20,2	20,5	7,9	2,3
Фон + ФБ	18,4	24,3	21,3	21,3	8,2	2,7
Азотобактерин (АБ)	12,0	16,8	15,6	14,8	1,7	–
АБ + ФБ	13,2	16,0	15,0	14,7	1,6	–
Фосфоробактерин (ФБ)	13,2	17,5	16,2	15,6	2,5	–
НСР ₀₅	0,3	2,1	1,7			

Заключение. Проведенные исследования по изучению эффективности применения минеральных и бактериальных удобрений при возделывании яровой пшеницы позволяют сделать следующие выводы.

Бактериальные удобрения способствуют улучшению микробиологической активности, а также накоплению подвижных форм азота и фосфора в почве. Отмечено, что наибольший эффект от бактериальных удобрений достигается при совместном их внесении с минеральными удобрениями. В фазе всходов по сравнению с контролем накопление в почве нитратного азота было больше на 130,3 %; аммиачного азота – на 7,5; фосфора – на 28,3; калия – на 7,3 %.

Азотобактерин и фосфоробактерин способствуют активизации развития и увеличению количества полезных групп микроорганизмов (нитри-, аммонифицирующих, фосфорразлагающих и гумусразлагающих бактерий) в 2–3 раза по сравнению с контролем.

В результате внесения удобрений создаются благоприятные условия питания растений, что ведет к увеличению урожая возделываемых культур. Прибавка урожая при совместном применении минеральных и бактериальных удобрений по сравнению с контролем составляет от 12,2 до 62,6 %, а по сравнению с фоном – до 14,5 %.

Данные, полученные в ходе исследований, имеют практическую значимость. Применение бактериальных удобрений для повышения микробиологической активности почвы и, как следствие, повышения урожайности пшеницы рекомендуется использовать совместно с минеральными удобрениями. Способ внесения бактериальных удобрений – путем инокуляции азотобактерином и/или фосфоробактерином семян

перед посевом. Расход препарата – 0,5 кг на гектарную норму посева.

Для усиления действия минеральных удобрений на черноземах выщелоченных Новосибирской области рекомендуем применять свежеприготовленные бактериальные препараты.

Список источников

1. Воронкова Н.А., Балабанова Н.Ф. Эффективность применения бактериальных удобрений при возделывании яровой пшеницы в лесостепной зоне Западной Сибири // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст.: в 3 кн. Барнаул, 2011. Кн. 1. С. 24–27.
2. Матвеева А.В. Бактериальные удобрения и их влияние на урожай и качество яровой пшеницы // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сб. мат-лов всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. Пенза, 2017. С. 34–36.
3. Применение биопрепаратов при возделывании яровой пшеницы в условиях лесостепи Омской области / В.И. Попова [и др.] // Стратегии и векторы развития АПК: сб. ст. по мат-лам нац. конф., посвящ. 100-летию Кубанского ГАУ / отв. за вып. А.А. Титученко. Краснодар, 2021. С. 289–292.
4. Влияние обработки почвы и бактериальных удобрений на продуктивность ярового ячменя / О.Г. Чамурлиев [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. «Агрономия и животноводство». 2018. № 2. С. 93–102.
5. Мачнева В.В. Влияние инокуляции семян бактериальными удобрениями на урожай-

- ность и качества зерна яровой пшеницы // Селекция, семеноводство, экология: сб. мат-лов науч. конф., посвящ. 50-летию каф. селекции и семеноводства Пензенской ГСХА и памяти акад. Г.В. Гуляева. Пенза, 2004. С. 83–86.
6. Эффективность минеральных и бактериальных удобрений на озимой пшенице в лесостепи Алтайского Приобья / В.И. Усенко [и др.] // Научное обеспечение зернового производства Алтайского края: сб. ст. / Алтайский НИИСХ. Барнаул, 2016. С. 127–133.
 7. Фокин С.А., Пугачева В.Р., Чурина Т.Н. Совместное применение бактериальных удобрений азотом и фосфатом на яровой пшенице // Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственных культур: сб. науч. ст. по мат-лам науч.-практ. конф. (с междунар. участием). Благовещенск: ВНИИС, 2017. С. 234–243.
 8. Влияние биологических удобрений и стимуляторов роста на вынос элементов питания яровой пшеницей / И.А. Бобренко [и др.] // Инновации и современные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: сб. ст. по мат-лам всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Курган, 2022. С. 27–31.
 9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
 10. Методы микробиологического контроля почвы: метод. рекомендации. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2005. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200087788> (дата обращения: 23.09.2023).
- References**
1. Voronkova N.A., Balabanova N.F. `Effektivnost' primeneniya bakterial'nyh udobrenij pri vzdelyvanii yarovoj pshenicy v lesostepnoj zone Zapadnoj Sibiri // Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu: sb. st.: v 3 kn. Barnaul, 2011. Kn. 1. S. 24–27.
 2. Matveeva A.V. Bakterial'nye udobreniya i ih vliyanie na urozhaj i kachestvo yarovoj pshenicy // Innovacionnye idei molodyh issledovatelej dlya agropromyshlennogo kompleksa Rossii: sb. mat-lov vseros. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh. Penza, 2017. S. 34–36.
 3. Primenenie biopreparatov pri vzdelyvanii yarovoj pshenicy v usloviyah lesostepi Omskoj oblasti / V.I. Popova [i dr.] // Strategii i vektory razvitiya APK: sb. st. po mat-lam nac. konf., posvyasch. 100-letiyu Kubanskogo GAU / otv. za vyp. A.A. Tituchenko. Krasnodar, 2021. S. 289–292.
 4. Vliyanie obrabotki pochvy i bakterial'nyh udobrenij na produktivnost' yarovogo yachmenya / O.G. Chamurliev [i dr.] // Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Ser. «Agronomiya i zhivotnovodstvo». 2018. № 2. S. 93–102.
 5. Machneva V.V. Vliyanie inokulyacii semyan bakterial'nymi udobreniyami na urozhajnost' i kachestva zerna yarovoj pshenicy // Selekcija, semenovodstvo, `ekologiya: sb. mat-lov nauch. konf., posvyasch. 50-letiyu kaf. selekcii i semenovodstva Penzenskoj GSHA i pamyati akad. G.V. Gulyaeva. Penza, 2004. S. 83–86.
 6. `Effektivnost' mineral'nyh i bakterial'nyh udobrenij na ozimoi pshenice v lesostepi Altajskogo Priob'ya / V.I. Usenko [i dr.] // Nauchnoe obespechenie zernovogo proizvodstva Altajskogo kraja: sb. st. / Altajskij NIISH. Barnaul, 2016. S. 127–133.
 7. Fokin S.A., Pugacheva V.R., Churina T.N. Sovmestnoe primeneniye bakterial'nyh udobrenij azotovit i fosfatovit na yarovoj pshenice // Sovremennye tehnologii proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennyh kul'tur: sb. nauch. st. po mat-lam nauch.-prakt. konf. (s mezhhdunar. uchastiem). Blagoveschensk: VNIIS, 2017. S. 234–243.
 8. Vliyanie biologicheskikh udobrenij i stimulyatorov rosta na vynos `elementov pitaniya yarovoj pshenicej / I.A. Bobrenko [i dr.] // Innovacii i sovremennye tehnologii v proizvodstve i pererabotke sel'skohozyajstvennoj produkcii: sb. st. po mat-lam vseros. (nac.) nauch.-prakt. konf. Kurgan, 2022. S. 27–31.
 9. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoj obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.
 10. Metody mikrobiologicheskogo kontrolya pochvy: metod. rekomendacii. M.: Federal'nyj centr gossan`epidnadzora Minzdrava Rossii, 2005. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200087788> (data obrascheniya: 23.09.2023).

Информация об авторах:

Вячеслав Юрьевич Листков¹, заведующий кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Юлия Михайловна Каниболоцкая², доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, кандидат биологических наук, доцент

Антон Михайлович Горелов³, студент 2-го курса

Information about the authors:

Vyacheslav Yurievich Listkov¹, Head of the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Candidate of Agricultural Sciences, Docent

Yulia Mikhailovna Kanibolotskaya², Associate Professor at the Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Candidate of Biological Sciences, Docent

Anton Mikhailovich Gorelov³, 2nd year student

