

УДК 631.51: 633.11

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-123-128>

Оригинальное исследование/Original research

Кузина Е. В.

Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н. С. Немцева, 433315, Ульяновская обл., Ульяновский р-н, пос. Тимирязевский, ул. Институтская, д. 19

E-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

Ключевые слова: обработка почвы, минеральные удобрения, азот, фосфор, калий, биопрепарат, урожайность, яровая пшеница

Для цитирования: Кузина Е. В. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на содержание основных элементов питания в черноземе выщелоченном. *Аграрная наука.* 2021; 354 (11–12): 123–128.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-123-128>**Конфликт интересов отсутствует**

Elena V. Kuzina

Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev
Email: elena.kuzina@autorambler.ru

Key words: tillage, mineral fertilizers, nitrogen, phosphorus, potassium, biological productivity, yield, spring wheat

For citation: Kuzina E.V. The influence of methods of basic tillage and fertilizers on the content of basic nutrients in leached chernozem. *Agrarian Science.* 2021; 354 (11–12): 123–128. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-123-128>**There is no conflict of interests**

Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на содержание основных элементов питания в черноземе выщелоченном

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Сохранение, воспроизводство и рациональное использование плодородия сельскохозяйственных почв является главным условием стабильного развития агропромышленного комплекса. Системы механической обработки почвы, применение минеральных и микробиологических удобрений являются одним из основных звеньев в системах адаптивного ландшафтного земледелия. В условиях резкого снижения норм внесения удобрений, увеличения дисбаланса элементов минерального питания растений, наблюдаемого в последние годы в агроэкосистемах, функцию улучшения режимов черноземов, сохранения их плодородия призваны выполнять ресурсосберегающие технологии обработки почвы в сочетании с эффективными методами применения агрохимикатов, сочетающими экологическую и экономическую целесообразность.

Методы. Эксперименты были заложены в 2017–2019 годах на черноземных тяжело-суглинистых почвах, характерных для большинства хозяйств Ульяновской области. Объектом исследования является яровая пшеница, сорт Ульяновская 100. Предметом исследования являются методы обработки почвы, дозы минеральных удобрений, биопрепарат «БисолбиФит». Были изучены следующие технологические способы применения биопрепарата: обработка семян перед посевом, некорневая обработка вегетирующих растений и комбинация этих методов. Эксперимент проводился на трех фонах: $N_0P_0K_0$ (контроль); 2) $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3) $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Результаты. Установлено, что наилучшей нитрификационной способностью обладали варианты с мелкой гребнекульционной и гребнекульной с почвоуглублением обработкой, при которых средневзвешенная величина содержания нитратного азота составила 3,29–3,33 мг/100 г, что на 35–36%; 26–28%; 43–44% больше, чем при при мелкой, обычной безотвальной и отвальной обработке соответственно. Вспашка улучшала условия фосфорного и калийного питания растений на 25–37% и 6–14% по сравнению с другими обработками. При внесении в почву $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ содержание нитратного азота увеличивалось на 46 и 91%, фосфора — на 0–14% и калия — на 6 и 21% по сравнению с неудобренным фоном. Более эффективными по действию на продуктивность яровой пшеницы оказались гребнекульные обработки, где урожайность в среднем составила 2,89–2,94 т/га, что превысило обычную вспашку на 0,19–0,24 т/га. Наибольшая прибавка урожайности получена при совмещении приемов — обработка семян + опрыскивание вегетирующих растений биопрепаратом «БисолбиФит». На неудобренном фоне прирост урожайности зерна составил 0,71, на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ — 1,04, на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ — 1,56 т/га.

The influence of methods of basic tillage and fertilizers on the content of basic nutrients in leached chernozem

ABSTRACT

Relevance. The preservation, reproduction and rational use of agricultural soil fertility is the main condition for the stable development of the agro-industrial complex. Mechanical tillage systems, the use of mineral and microbiological fertilizers are one of the main links in adaptive landscape farming systems. In the conditions of a sharp decrease in the rates of fertilizer application, an increase in the imbalance of elements of mineral nutrition of plants observed in recent years in agroecosystems, the function of improving the regimes of chernozems, preserving their fertility is designed to perform resource-saving technologies of soil cultivation in combination with effective methods of using agrochemicals that combine environmental and economic feasibility.

Methods. The experiments were laid in 2017–2019 on chernozem heavy loamy soils typical for most farms in the Ulyanovsk region. The object of the study is spring wheat, the variety Ulyanovskaya 100. The subject of the study is the methods of tillage, doses of mineral fertilizers, the biological product "BisolfiFit". The following technological methods of using the biological product were studied: seed treatment before sowing, non-root treatment of vegetating plants and a combination of these methods. The experiment was carried out on three backgrounds: $N_0P_0K_0$ (control); 2) $N_{30}P_{30}K_{30}$; 3) $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Results. It was found that the best nitrification ability was possessed by variants with fine comb-back and comb-back with soil-deepening treatment, in which the weighted average content of nitrate nitrogen was 3.29–3.33 mg/100 g, which is 35–36%; 26–28%; 43–44% more than with fine, conventional non-dump and dump treatment respectively. Plowing improved the conditions of phosphorus and potassium nutrition of plants by 25–37% and 6–14% compared to other treatments. When $N_{30}P_{30}K_{30}$ and $N_{60}P_{60}K_{60}$ were applied to the soil, the content of nitrate nitrogen increased by 46 and 91%, phosphorus — by 0–14% and potassium — by 6 and 21% compared to the non-fertilized background. More effective in terms of the effect on the productivity of spring wheat were comb-shaped treatments, where the average yield was 2.89–2.94 t/ha, which exceeded the usual plowing by 0.19–0.24 t/ha. The greatest increase in yield was obtained when combining the methods: seed treatment + spraying of vegetative plants with the biological preparation "BisolfiFit". On an unfertilized background, the increase in grain yield was 0.71, on the background of $N_{30}P_{30}K_{30}$ — 1.04, on the background of $N_{60}P_{60}K_{60}$ — 1.56 t/ha.

Поступила: 17 мая

После доработки: 30 мая

Принята к публикации: 10 сентября

Received: 17 May

Revised: 30 May

Accepted: 10 September

Введение

Выращивание зерновых культур является приоритетным направлением АПК, доля зерновых посевов во многих аграрных хозяйствах составляет 60% от всей структуры севооборота. Продовольственное обеспечение страны зависит от показателей сельхозтоваропроизводителей зерна [1, 2]. Получение высоких урожаев зерна складывается в основном из природно-климатических условий региона и интенсификации процессов возделывания. Одним из приемов решения данной задачи является применение химических и биологических препаратов для обработки посевного материала и некорневой листовой подкормки [3]. Применение некорневых обработок приводит к усилению физиолого-биохимических процессов, направленных на активизацию роста и развития растений, тем самым повышая урожайность зерновых культур [4, 5, 6].

Важнейшим условием для получения высоких урожаев является обеспечение культурных растений всеми факторами жизни, что в значительной степени зависит от плодородия и окультуренности почвы [7, 8, 9]. В настоящее время с достаточной определенностью установлено, что обработка, нарушая динамическое равновесие в экологической системе «почва — растение — атмосфера» и изменяя биогеохимический круговорот веществ и энергии в биосфере, в большинстве случаев приводит к снижению плодородия и деградированию почв. Но в то же время обработка остается важнейшим агротехническим звеном в системе земледелия, определяющим водно-воздушное и минеральное питание растений и существенно влияющим на урожайность полевых культур [10, 11]. Поэтому перед современным земледелием остро стоит проблема уменьшения неблагоприятного влияния обработки на почвенное плодородие. Работники земледелия должны наиболее рационально использовать земли, повышать плодородие почвы с целью получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур и наибольшего выхода продукции с единицы площади при наименьших затратах труда и средств. Важным направлением в решении данного вопроса может быть применение более экономичных по сравнению с затратной вспашкой ресурсосберегающих технологий: минимальной обработки почвы и ее разновидностей.

В условиях природной зональности Поволжья почвозащитные ресурсосберегающие системы основной обработки почвы с приемами минимизации изучены слабо. Пока не выработано единого мнения о преимуществе технологий с минимальными приемами обработки почвы по сравнению с классической вспашкой. Поэтому перед тем как перейти к широкому внедрению их в производство, необходимо дальнейшее изучение ресурсосберегающих систем основной обработки почвы и их адаптации к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Целью наших исследований являлось изучение взаимодействия способов основной обработки почвы, биологического препарата «БисолбиФит» и доз минеральных удобрений на питательный режим почвы и урожайность яровой пшеницы при сплошном и локальном размещении пожнивных остатков.

Методика

Исследования проводились в 2017–2019 годах на опытных полях Ульяновского НИИСХ. Основными объектами исследований являлись: минеральные удобрения, биологический препарат «БисолбиФит», яровая пшеница (сорт Ульяновская 100).

В опыте предусматривалось три уровня минерального питания ($N_0P_0K_0$ — контроль; $N_{30}P_{30}K_{30}$; $N_{60}P_{60}K_{60}$) и применение «БисолбиФита» — порошкообразной формы микробиологического препарата комплексного действия на основе штамма *Bacillus subtilis* Ч-13, оказывающего многостороннее воздействие на растительный организм благодаря широкому спектру продуцируемых метаболитов различного физиологического действия. Дополнительный эффект обусловлен высоким содержанием доступного кремния. Кремний способствует лучшему обмену в тканях растений азота и фосфора, выполняет важную роль в формировании устойчивости к различным стрессам, в том числе биотическим, за счет синтеза веществ, блокирующих развитие фитопатогенных микроорганизмов.

Удобрения вносились под предпосевную культивацию навесным распределителем (AMAZONE-ZA-M).

На посевах исследовали следующие технологические приемы: обработка семян «БисолбиФитом» перед посевом, некорневая обработка вегетирующих растений и совмещение данных приемов. Семена яровой пшеницы обрабатывали «БисолбиФитом» за 2 часа до посева из расчета 20 л рабочего раствора на 1 т семян, используя концентрацию биопрепарата 0,1%. Некорневые обработки проводили в фазу кушения культуры опрыскивателем ОП-2000 в дозе 1 кг/га при норме расхода рабочего раствора 200 л/га.

Схема опыта включала в себя 6 вариантов обработки почвы: 1) отвальная (вспашка на 20–22 см ПЛН-4-35), 2) безотвальная (стойки СибИМЭ на 20–22 см), 3) мелкая гребнекульная (ОП-3С на 10–12 см), 4) мелкая мульчирующая обработка почвы (ОПО-4,25, КПИР-3,6 на 10–12 см), 5) лушение со стернеукладчиком (ОП-3С на 6–8 см), 6) гребнекульная с почвоуглублением (ОП-3СЦ до 30–32 см).

За контроль в опытах была принята отвальная система основной обработки почвы. Предпосевная и послепосевная обработка почвы на вариантах опыта состояла из предпосевной культивации на глубину заделки семян (ОПО-4,25) и послепосевного прикатывания почвы (ЗК-КШ-6А). Посев проводили сеялкой СЗ-5,4. Наблюдения, определения и учеты проведены по общепринятым методикам: содержание подвижных форм фосфора и калия — по методу Чирикова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26204-91); нитратного азота — дисульфифеноловым методом Грандваль-Ляжу (ГОСТ 26951-86). Содержание биогенных элементов $N-NO_3$, P_2O_5 , K_2O определялось ежегодно в почвенных образцах, отобранных в пахотном слое буром Малькова в сроки: весной (посев — всходы), в колошение и перед уборкой культур в слоях 0–10, 10–20 и 20–30 см.

Уборку урожая яровой пшеницы проводили прямым комбайнированием комбайном СК-5 «Нива». Данные по учету приводились к 100%-ной чистоте и 14%-ной влажности (ГОСТ 27548–97). Средние урожайные данные использовались за три года (2017–2019 гг.)

Результаты

Содержание биогенных элементов в наших опытах определялось в динамике: весной, в колошение и в уборку. Было отмечено неоднозначное влияние способов обработки почвы на содержание доступных форм NPK в пахотном слое. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что по существующей оценочной шкале слой почвы 0–30 см под яровой пшеницей отличался низкой обеспеченностью нитратным азотом, очень высоким содержанием фосфора (более

20 мг/100 г почвы) и повышенным содержанием обменного калия (8,1–12,0 мг/100 почвы).

Во все годы исследований динамика нитратного азота была схожей, т.е. содержание этого элемента питания уменьшалось по всем вариантам опыта от начала вегетации растений к моменту их уборки. Весной на всех фонах удобренности были достигнуты его максимальные значения, в колошение содержание азота в почве снижалось в среднем на 50%, в уборку — на 61% по сравнению с весенними показателями (табл. 1).

Преимуществом по содержанию нитратного азота обладали варианты с мелкой гребнекулисной обработкой

и гребнекулисной с почвоуглублением, где создавались локальные минерализованные полосы, в чередовании с которыми из стерни и растительных остатков формировались водопоглощающие элементы и гребнекулисные кулисы, в которых стерня и пожнивные остатки размещались концентрированно и частично перемешивались с почвой, что давало возможность начать разложения пожнивных остатков сразу после проведения обработки. В связи с чем в ответственные периоды роста и развития растений яровой пшеницы технологии с гребнекулисной обработкой по величине этого показателя имели устойчивое преимущество в сравнении со вспашкой. Здесь

Таблица 1. Изменение содержания элементов минерального питания в слое почвы 0–30 см в зависимости от способов ее обработки и уровня удобренности (мг/100 г почвы)

Table 1. Change in the content of mineral nutrition elements in the 0–30cm soil layer 0–30 cm depending on the methods of its processing and the level of fertilization (mg/100 g of soil)

Варианты	NO ₃			P ₂ O ₅			K ₂ O		
	весной	в колшение	в уборку	весной	в колшение	в уборку	весной	в колшение	в уборку
Фактор А	Фактор В								
N ₀ P ₀ K ₀									
1	2,13	1,34	1,19	32,5	31,8	31,6	9,57	10,3	11,93
2	2,49	1,81	1,75	27,2	25,9	28,6	9,23	9,87	11,63
3	4,14	2,01	1,86	23,5	23,2	19,4	8,13	9,33	10,0
4	1,81	1,78	1,45	23,5	22,2	18,2	7,53	8,53	7,91
5	2,03	1,55	0,93	26,4	25,6	19,7	8,55	9,47	10,63
6	3,0	2,03	1,26	23,1	25,6	18,1	8,61	9,73	9,73
Ср.	2,60	1,75	1,41	26,0	25,7	22,5	8,60	9,54	10,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀									
1	3,66	1,59	1,26	30,4	26,3	22,1	9,90	10,17	11,20
2	4,49	1,34	1,37	26,7	26,0	20,2	8,40	10,30	10,17
3	5,58	2,36	2,07	25,5	26,0	20,4	8,33	10,30	10,57
4	4,23	2,12	1,13	24,6	24,1	17,9	8,93	9,53	9,93
5	5,44	1,85	1,39	27,9	26,3	20,5	8,90	11,0	10,27
6	5,90	2,79	1,87	25,3	26,4	20,7	10,20	10,50	12,17
Ср.	4,88	2,01	1,51	26,7	25,8	20,3	9,11	10,3	10,72
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀									
1	5,67	2,09	2,04	31,0	29,3	24,4	9,97	10,37	11,33
2	5,79	2,42	1,91	31,3	28,3	24,7	11,97	12,20	12,10
3	5,99	2,99	2,62	32,2	29,5	24,0	10,33	12,0	12,60
4	4,69	2,56	2,24	29,0	26,1	25,9	9,80	10,63	13,07
5	5,55	2,54	1,81	33,1	30,2	25,8	10,70	13,60	12,17
6	7,06	3,0	3,08	29,8	29,1	22,7	11,67	12,17	10,77
Ср.	5,79	2,93	2,28	31,1	28,7	24,6	10,74	11,83	12,01
НСР ₀₅ для NO ₃		Весной В колшение В период уборки		А — 0,632 (обработки); В — 1,180 (удобрения); АВ — 1,831 А — 0,089 (обработк); В — 0,063 (удобрения); АВ — 0,154 А — 0,107 (обработк); В — 0,076 (удобрения); АВ — 0,186					
НСР ₀₅ для P ₂ O ₅		Весной В колшение В период уборки		А — 1,191 (обработки); В — 0,842 (удобрения); АВ — 2,064 А — 1,038 (обработки); В — 0,738 (удобрения); АВ — 1,797 А — 0,924 (обработки); В — 0,654 (удобрения); АВ — 1,601					
НСР ₀₅ для K ₂ O		Весной В колшение В период уборки		А — 0,403 (обработки); В — 0,279 (удобрения); АВ — 0,698 А — 0,611 (обработки); В — 0,432 (удобрения); АВ — 1,058 А — 0,441 (обработки); В — 0,214 (удобрения); АВ — 0,764					

Примечание: под цифрами обозначены технологии обработки почвы: 1 — отвальная на 20–22 см; 2 — безотвальная на 20–22 см; 3 — гребнекулисная на 10–12 см; 4 — мелкая на 10–12 см; 5 — лущение со стернеукладчиком на 6–8 см; 6 — гребнекулисная с почвоуглублением до 30–32 см.

содержание нитратного азота составило весной 5,24–5,32 мг/100 г, в колошение — 2,45–2,61 мг/100 г, в уборку — 2,18–2,07 мг/100 г, что соответственно на 37–39%, 47–56%, 45–38% выше, чем на контроле. В среднем по фонам и срокам определения на вариантах с гребнекулисной обработкой обеспеченность почвы нитратной формой азота составила 3,29–3,33 мг/100, что на 0,85–0,89 мг (35–36%) больше, чем при поверхностном размещении стерни с мелкой и на 0,69–0,73 мг (26–28%) — с обычной безотвальной обработкой.

Во все сроки определения отмечалось положительное влияние бесплужных обработок почвы на процессы поступления минерального азота для питания растений. При обобщении всех данных за годы исследований по разным фонам удобренности установлено, что на вариантах мелкой мульчирующей обработки и поверхностного лущения со стернеукладчиком образование нитратного азота шло интенсивнее, чем на вспашке, на 5–10%. Различия между вспашкой и безотвальной обработкой на одинаковую глубину 20–22 см составили 11% в пользу последней.

Внесение минеральных удобрений оказало существенное влияние на показатели плодородия почвы. На удобренных фонах наметилась тенденция к увеличению содержания нитратного азота на 46–91% по сравнению с неудобренным фоном.

Наблюдалось изменение в содержании нитратного азота в почве на тех вариантах, где был применен «БисолбиФит» при обработке семенного материала. Биопрепарат обеспечивал более высокое содержание нитратного азота на удобренных фонах: на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ — на 13–18%, $N_{60}P_{60}K_{60}$ — на 19–27%.

На неудобренном фоне наиболее устойчивая оптимизация фосфатного режима почвы достигалась при проведении отвальной обработки, где количество фосфора варьировало по срокам определения от 31,6 до 32,5 мг/100 г, что превысило его содержание в среднем на 25–37% по сравнению с беспашотными вариантами. На удобренных фонах преимущество вспашки перед беспашотными обработками снижалось.

На запасы фосфора применение биопрепарата не оказывало влияния. Чего нельзя сказать о влиянии на накопление его подвижных форм внесения минеральных удобрений. Внесение фосфора в составе минеральных удобрений в дозах P_{30} и P_{60} позволило увеличить содержание доступных соединений этого элемента в среднем по безотвальной обработке на одинаковую со вспашкой глубину соответственно на 0–0,9 мг (0–3%), по мелкой обработке и поверхностному лущению со стернеукладчиком — на 0,9–5,7 (4–27%) и 1–5,8 мг (4–24%), по мелкой гребнекулисной и гребнекулисной с почвоуглублением — на 2,0–6,6 мг (9–30%) и 1,8–4,9 мг (8–22%) относительно неудобренного фона соответствующих обработок. По вспашке заметных сдвигов в накоплении подвижного фосфора в почве на удобренных фонах не прослеживалось.

Полученные нами данные по калийному режиму почвы показали, что его количественное содержание по годам и изучаемым способам обработки почвы было более стабильным, чем азота и фосфора. На неудобренном фоне бесплужные обработки по сравнению со вспашкой снижали содержание обменного калия в среднем на 1,35 мг (14%), а на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$, напротив, увеличивали на 1,26 мг (13%). При внесении $N_{30}P_{30}K_{30}$ накапливалось практически одинаковое количество калия на всех обработках, разница между вспашкой и бесплужными обработками не превышала 0,44 мг (4%).

Внесение минеральных удобрений вызвало увеличение обменного калия в почве на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ в среднем на 6%; на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ — на 21%. На удобренных фонах $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ в вариантах с беспашотными способами основной обработки почвы (безотвальной на 20–22 см, лущения со стернеукладчиком, мелкой гребнекулисной и гребнекулисной с почвоуглублением) приросты содержания калия в слое 0–30 см составили соответственно 0–18%, 5–27%, 6–27% и 17–23%. Наибольшее увеличение количественного содержания обменного калия обеспечил вариант мелкой мульчирующей обработки почвы, в котором различия в величинах рассматриваемого показателя достигали 18–42%. На варианте со вспашкой эффект от вносимых удобрений отсутствовал. При внесении различных доз удобрений средневегетационные значения изучаемого показателя остались неизменными. При применении биопрепарата содержание обменного калия повышалось на 15% только на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ в начале вегетации яровой пшеницы.

Наиболее эффективными по улучшению водного режима почвы весной оказались гребнекулисные обработки (мелкая и с почвоуглублением), которые за счет создания водоемкого гребнекулисного микрорельефа увеличивали запасы продуктивной влаги по отношению к контролю в пахотном слое на 6–11%, в метровом слое — на 8–13%, тем самым способствовали более благоприятной влагообеспеченности растений изучаемой в опыте культуры. Лучшее увлажнение и азотное питание по технологии с гребнекулисными обработками в сравнении со вспашкой способствовало повышению урожайности яровой пшеницы. На естественном фоне прибавки составили 0,18–0,32 т/га (табл. 2). При этом уровень урожайности, полученный на этих вариантах без применения удобрений, приближался к вспашке с внесением $N_{30}P_{30}K_{30}$, что свидетельствует о вероятности повышения эффективного плодородия при проведении гребнекулисных обработок.

Средняя урожайность зерна по гребнекулисным обработкам составила 2,94–2,89 т/га. Далее в убывающей последовательности шли безотвальная, отвальная и мелкая обработка, где было получено практически одинаковое количество зерна яровой пшеницы 2,76–2,70 т/га, что на 0,13–0,18 и 0,19–0,24 т/га ниже, чем на вариантах с гребнекулисной обработкой. Поверхностное лущение со стернеукладчиком снизило производство зерна на 0,28–0,23 т/га по сравнению с гребнекулисными обработками, относительно контроля снижение на этом варианте было несущественным — всего 0,04 т/га.

Сопоставление всех полученных результатов и проведенный регрессионный анализ показали, что между содержанием нитратного азота в пахотном слое почвы и урожайностью существует высокая положительная связь — коэффициент корреляции $r = 0,79$. Количественное содержание подвижных форм фосфора и обменного калия в почве также положительно коррелировало с урожайностью, но связь была слабой — $r = 0,19$ и $r = 0,24$.

Эффективным средством повышения продуктивности зерновых культур является применение минеральных удобрений. На фоне внесения $N_{30}P_{30}K_{30}$ продуктивность яровой пшеницы была выше относительно контроля в среднем на 0,19 т/га, внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ обеспечило еще большую прибавку — 0,68 т/га. Применение микробиологического препарата «БисолбиФита» са-

мостоятельно, а также в сочетании с минеральными удобрениями активизировало рост и развитие растений пшеницы, что в конечном итоге способствовало существенному повышению ее продуктивности. Предпосевная обработка семенного материала «БисолбиФитом» повысила производство зерна на неудобренном фоне на 0,28 т/га, на фонах $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ — на 0,60–1,15 т/га. Обработка вегетирующих растений биопрепаратом обеспечила увеличение урожая на этих фонах соответственно на 0,28, 0,68 и 1,18 т/га.

Наибольшая прибавка урожайности в среднем за три года исследований получена при совмещении приемов — обработка семян + опрыскивание вегетирующих растений. Данный технологический прием способствовал достоверному приросту урожайности зерна на неудобренном фоне на 0,71 т/га, на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ — на 1,04 т/га, на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ — на 1,56 т/га.

Выводы

Сравнительная оценка влияния разных способов обработки почвы на пищевой режим дает основание сделать заключение, что содержание в пахотном слое подвижных форм фосфора и калия не оказывало заметного влияния на урожайность изучаемой культуры, так как их содержание в почве было близким к оптимальным значениям. Главным критерием выбора адекватной местным условиям обработки почвы является улучшение

накопления минерального азота, что подтверждают обнаруженные корреляционные зависимости.

На неудобренном фоне во все сроки определения отмечалось небольшое увеличение содержания обменного калия и подвижного фосфора на варианте со вспашкой. На удобренных фонах преимущество вспашки перед беспашотными обработками снижалось. При внесении в почву $N_{30}P_{30}K_{30}$ и $N_{60}P_{60}K_{60}$ содержание нитратного азота увеличивалось на 46–91%, содержание фосфора — на 0–14%, калия — на 6–21% по сравнению с неудобренным фоном.

Гребнекулисные способы обработки почвы за счет создания минерализованных полос и гребневых кулис увеличивали запасы продуктивной влаги и улучшали условия азотного питания, что положительно сказалось на росте и развитии растений яровой пшеницы и позволило повысить урожайность культуры по сравнению с традиционной вспашкой на 0,19–0,24 т/га.

Внесение минеральных удобрений обеспечило прибавку урожая, на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ — на 0,19 т/га, на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ — на 0,68 т/га. Максимальные прибавки урожая были получены на вариантах, где семенной материал и вегетирующие растения обрабатывались микробиологическим препаратом «БисолбиФит». На неудобренном фоне прибавка относительно контроля составила 0,74 т/га, при сочетании с минеральными удобрениями в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайность повысилась на 1,03 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$ — на 1,57 т/га.

Таблица 2. Влияние способов обработки почвы, минеральных удобрений и биопрепарата на урожайность зерна яровой пшеницы, т/га

Table 2. Influence of tillage methods, mineral fertilizers and biological products on the yield of spring wheat grain, t/ha

Фон	Варианты обработки	Контроль	Обработка биопрепаратом			Ср. по варианту
			растения	семена	семена + растения	
Фактор В	Фактор А	Фактор С				
$N_0P_0K_0$	1	1,98	2,19	2,31	2,87	2,34
	2	2,03	2,43	2,37	2,84	2,42
	3	2,16	2,47	2,53	3,05	2,55
	4	2,12	2,37	2,27	2,63	2,35
	5	1,93	2,33	2,23	2,65	2,28
	6	2,30	2,43	2,54	2,77	2,51
	Среднее	2,09	2,37	2,37	2,80	—
$N_{30}P_{30}K_{30}$	1	2,19	2,64	2,43	2,92	2,54
	2	2,01	2,71	2,64	3,21	2,64
	3	2,61	2,94	2,77	3,29	2,90
	4	2,29	2,81	2,54	3,09	2,68
	5	2,00	2,64	2,83	3,08	2,64
	6	2,56	2,88	2,94	3,17	2,89
	Среднее	2,28	2,77	2,69	3,13	—
$N_{60}P_{60}K_{60}$	1	2,73	3,26	3,22	3,68	3,22
	2	2,79	3,29	3,16	3,64	3,22
	3	2,97	3,42	3,29	3,82	3,37
	4	3,00	3,22	3,14	3,61	3,24
	5	2,36	3,16	3,16	3,54	3,05
	6	2,77	3,26	3,46	3,60	3,27
	Среднее	2,77	3,27	3,24	3,65	—
HCP ₀₅ фактор А — 0,040 HCP ₀₅ фактор В — 0,028 HCP ₀₅ фактор С — 0,033			HCP ₀₅ взаимодействие АВ — 0,069 HCP ₀₅ взаимодействие АС — 0,080 HCP ₀₅ взаимодействие ВС — 0,057 HCP ₀₅ взаимодействие ABC — 0,139			

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Зюкин Д. А. Оценка устойчивости урожаев зерна по различным видам в России. *Азимут научных исследований: экономика и управление*. 2018;Т.7. 4(25): 113–115. [Zyukin D. A. Evaluation of the stability of grain yields by different types in Russia. *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie*. 2018;Т.7. 4(25): 113–115 (In Russ.)].
2. Hatfield J. L., Beres B. L. Yield Gaps in Wheat: Path to Enhancing Productivity // *Frontiers in Plant Science*. 2019. No. 10. P. 1603 (in English). DOI: 10.3389/fpls.2019.01603.
3. Никитин С.Н., Сайдышева Г.В. Продуктивность яровой пшеницы при применении биологических препаратов и последствий органических удобрений. *Международный научный сельскохозяйственный журнал*. 2018; 1(4): 29–33. [Nikitin S.N., Sajdyasheva G.V. Productivity of spring wheat in the application of biological preparations and the aftereffect of organic fertilizers. *Mezhdunarodnyj nauchnyj sel'skhozaystvennyj zhurnal*. 2018; 1(4): 29–33 (In Russ.)].
4. Сайдышева Г.В., Захаров С.А. Эффективность применения минеральных, биоминеральных удобрений и биопрепарата бисолбифит на по севах яровой пшеницы в условиях Среднего Поволжья. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. 2017;1(37): 56–65. [Sajdyasheva G.V., Zaharov S.A. The effectiveness of the use of mineral, biomineral fertilizers and biologics bisolbifit on spring wheat crops in the Middle Volga region. *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skhozaystvennoj akademii*. 2017;1(37): 56–65 (In Russ.)]. DOI: 10.18286/1816-4501-2017-1-56-65.
5. Kulikova A. Kh., Nikitin S. N., Toigildin A. L. Biopreparations in the spring wheat fertilization system *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2017;1(8): 796–800 (In Russ.)].
6. Никитин С.Н. Оценка эффективности применения удобрений, биопрепаратов и диатомита в лесостепи Среднего Поволжья. – Ульяновск: УлГТУ. 2017; 316. [Nikitin S. N. Evaluation of the effectiveness of fertilizers, biologics and diatomite in the

forest-steppe of the Middle Volga region. – *Ul'yanovsk: UIGTU*. 2017. 316 p. (In Russ.)]. DOI: 10.7868/S0002188118030134.

7. Сабитов М.М., Науметов Р.В., Шарипова Р.Б. Влияние комплексного применения средств химизации на основные заболевания и засоренность яровой пшеницы. *Пермский аграрный вестник*. 2015;3(11): 25–32. [Sabitov M. M., Naumetov R. V., Sharipova R. B. Influence of complex application of chemicalization agents on the main diseases and contamination of spring wheat. *Permskij agrarnyj vestnik*. 2015;3(11): 25–32 (In Russ.)].
8. Raimanova I. The effects of differentiated water supply after anthesis and nitrogen fertilization on 15N of wheat grain. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2010;3(24): 261–266 (in English).
9. Кузыченко Ю.А., Гаджиумаров Р.Г., Джандаров А.Н. Комбинированная обработка почвы с элементами технологии Strip-till под кукурузу в зоне Предкавказья. *Аграрная наука*. 2021;344(1):57–59 [Kuzychenko Y.A., Gadzhiumarov R.G., Dzhandarov A.N. Combined tillage with elements of Strip-till technology for maize in the Ciscaucasian zone. *Agrarnaya nauka*. 2021;344(1):57–59. (In Russ.)]. DOI: 10.32634/0869-8155-2021-344-1-57-59.
10. Кузина Е. В. Якунин А.И. Изменение урожайности озимой пшеницы и качества зерна в зависимости от способов основной обработки почвы и уровня удобрённости. *Аграрный научный журнал*. 2016;(11): 24–29. [Kuzina E. V. Yakunin A.I. Changes in the yield of winter wheat and grain quality depending on the methods of basic tillage and the level of fertilization. *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. 2016;(11): 24–29 (In Russ.)].
11. Кузина Е. В. Эффективность использования минеральных удобрений и биопрепаратов на озимой пшенице в зависимости от систем основной обработки почвы. *Пермский аграрный вестник*. 2015;2(10): 8–13. [Kuzina E. V. Efficiency of the use of mineral fertilizers and biological products on winter wheat depending on the systems of basic tillage. *Permskij agrarnyj vestnik* 2015;2(10): 8–13 (In Russ.)].

ОБ АВТОРАХ:

Кузина Елена Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией обработки почвы, старший научный сотрудник отдела земледелия и интенсивных технологий, Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.С. Немцева
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2067-4507>

ABOUT THE AUTHORS:

Kuzina Elena Viktorovna, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Soil Treatment Laboratory, Senior Researcher of the Department of Agriculture and Intensive Technologies, Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2067-4507>

НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•НОВОСТИ•

В планах аграриев Томской области — приобрести к началу весеннего сева около 30 тысяч тонн минеральных удобрений

По информации Аграрного центра Томской области, в регионе продолжается активная подготовка к весеннему севу. Так, под урожай 2022 года хозяйства приобрели 6,09 тыс. т минеральных удобрений, план выполнен на 20,4%.

Лидер по закупкам – Кожевниковский район, где на текущий момент приобретено 3,5 тыс. т минеральных удобрений (32,8% от плана). За ним, с показателем почти 2 тыс. т (50,2% от плана), следует Зырянский район.

Всего к началу весеннего сева аграрии области планируют приобрести порядка 30 тыс. т минеральных удобрений.

Также в региональных хозяйствах продолжается вывоз на поля органических удобрений. В настоящее время таких удобрений вывезено почти 95 тыс. т. Прирост к прошлому году составляет 1,87 тыс. т (2%).

В России отмечен рост объема закупок минудобрений

В рамках своего выступления на «правительственном часе» в Госдуме министр сельского хозяйства РФ Д.Н. Патрушев рассказал об итогах уборочных работ, темпах приобретения минеральных удобрений, сообщил официальный сайт Минсельхоза России.

Дмитрий Патрушев отметил, что, несмотря на общеэкономические трудности, АПК РФ демонстрирует устойчивость результатов. Так, в текущем году урожай зерна превысит 123 млн т в чистом весе, в том числе сбор пшеницы составит порядка 76 млн т.

В нынешнем году зафиксирован рост объема закупок и внесения минеральных удобрений, сообщил глава аграрного ведомства. В частности, если в 2018 году было приобретено 3,2 млн т, то в 2021 году планируется выйти на показатель 4,5 млн т. Таким образом, в России за 3 года объем закупки вырос на 41%, а внесение – на 15 кг/га пашни.