

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Е.В. Кузина

Реферат. В статье приведены результаты изучения влияния обработки почвы, минеральных удобрений и биофунгицида на урожайность и качество зерна яровой пшеницы, а также экономические показатели. Исследования проводили в 2018–2020 гг. Почва опытного участка представлена слабовыщелоченным тяжелосуглинистым черноземом с содержанием гумуса 5,8 %. Объект исследований – яровая пшеница сорта Ульяновская 100. Предмет исследований – шесть вариантов обработки почвы: отвальная (вспашка на 20...22 см ПЛН-4-35, контроль); дифференцированная (вспашка на 25...27 см под предшествующую культуру, дискование на 6...8 см под яровую пшеницу); мульчирующая (на 10...12 см АПК-3 весной); гребнекульная (ОП-3С на 13...15 см); дисковая (БДМу на 6...8 см); плоскорезная (КПШ-3 на 13...15 см). Эксперимент осуществляли на четырех фонах: $N_0P_0K_0$ (контроль); $N_{30}P_{30}K_{30}$ (фон) под предпосевную культивацию; препарат Фитотрикс; $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Фитотрикс. Повторность четырехкратная, расположение делянок систематическое, общая площадь делянки 250 м², учетная – 125 м². Наибольшая урожайность (3,73 т/га) достигнута при дифференцированной обработке почвы, рентабельность производства зерна в этом варианте составила 161 %, коэффициент энергетической эффективности – 3,51 ед., на фоне вспашки величины этих показателей были ниже соответственно на 0,15 т/га, 52 % и 0,43 ед.. Наибольшую отзывчивость на удобрения наблюдали при гребнекульной обработке, после которой прибавка, относительно варианта без удобрений, на фоне $N_{30}P_{30}K_{30}$ составила 0,49 т/га, $N_{30}P_{30}K_{30}$ + «Фитотрикс» – 0,96 т/га. Качественные характеристики зерна не зависели от основной обработки почвы. Лучшее его качество отмечено в варианте с сочетанием биофунгицида с минеральными удобрениями, в котором содержание клейковины и белка в зерне было выше, чем на фоне естественного плодородия почвы, на 3,4 и 1,1 % соответственно.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), обработка почвы, минеральные удобрения, биофунгицид, урожайность, длина колоса, озерненность, протеин, клейковина.

Введение. Урожайность полевых культур – важнейший показатель, отражающий эффективность агроприемов. Обработка почвы, несомненно, оказывает на нее значительное влияние [1, 2, 3]. Формирование высоких и стабильных урожаев возможно на основе дифференцированного подхода к использованию природных, техногенных и экономических ресурсов. В современных условиях в каждом конкретном климатическом, природно-экономическом регионе и даже в отдельном хозяйстве должны быть разработаны и введены адаптивные ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур [4, 5, 6].

Улучшение плодородия почвы и повышение продуктивности пахотных земель неразрывно связано с освоением ресурсосберегающих инновационных способов обработки почвы в сочетании с рациональным использованием минеральных удобрений и средств защиты растений [7, 8]. Важным направлением решения этой задачи может быть применение удобрений на фоне менее затратных почвозащитных способов обработки почвы. Высокие экологические требования к сельскохозяйственной продукции предусматривают совершенствование ассортимента пестицидов и поиск путей наиболее рационального их применения. В последние несколько лет активно развивается новое направление защиты сельскохозяйственных культур, основанное на применении биологических средств защиты растений или биофунгицидов, к числу которых относят микробиологические препараты на основе микроорганизмов (бактерии, грибы,

вирусы и простейшие) и продуктов их жизнедеятельности [9, 10].

Для рационального использования удобрений и биофунгицидов, нужно знать, какое влияние они оказывают на повышение урожайности и улучшение качества продукции на фоне разных способов и систем основной обработки почвы. Результаты исследований по минимизации обработки почвы, в зависимости от почвенно-климатических условий, сильно различаются. Пока не выработано единого мнения о преимуществе технологий с минимальными приемами обработки почвы, по сравнению с классической вспашкой. Не определена роль сочетания механической обработки почвы, удобрений и биопрепаратов в продукционных процессах полевых культур. В связи с этим изучение ресурсосберегающих систем обработки почвы, а также приемов, обеспечивающих защиту растений от болезней и дополнительное питание растений, – актуальная задача науки и производства.

Цель исследований – изучить влияние основной обработки почвы, минеральных удобрений и биофунгицида на урожайность и качество зерна яровой пшеницы для оптимизации агротехники культуры.

Условия, материалы и методы. Работу проводили в Ульяновском научно-исследовательском институте сельского хозяйства – филиале Самарского научного центра РАН в 2018–2020 гг. Почва опытного участка представлена слабовыщелоченным тяжелосуглинистым черноземом на желтобурой карбонатной глине, который характеризуется следующими агрохимическими показателями

телями: содержание гумуса (по Тюрину в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26213-91) – 5,8 %, подвижного фосфора и калия (по Чирикову в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26204-91) – 220...280 и 70...90 мг/кг соответственно, сумма поглощенных оснований (по Каппену-Гильковицу, ГОСТ 26212-84) – 46...59 мг-экв./100 г. Мощность гумусового горизонта – 79 см, $pH_{\text{вод}}$ в верхнем горизонте 7,0 ед., вниз по профилю увеличивается до 8,1 ед.

Материалом для исследований служил сорт яровой пшеницы Ульяновская-100. Схема опыта предусматривала изучение следующих вариантов обработки почвы (фактор А): отвальная вспашка на 20...22 см ПЛН-4-35 (контроль); дифференцированная разноглубинная – под предшествующую культуру вспашка на 25...27 см, под яровую пшеницу дискование на 6...8 см; без основной осенней обработки, весной мелкая мульчирующая обработка на 10...12 см АПК-3; гребнекулисная на 13...15 см ОП-3С; дисковая на 6...8 см БДМу; плоскорезная на 13...15 см КПШ-3.

Перед посевом во всех вариантах опыта проводили культивацию на глубину заделки семян (ОПО-4,25). Посев осуществляли дисковой сеялкой СЗ-5,4, с нормой высева 5,5 млн всхожих семян на 1 га, после этого почву прикатывали ЗКШ-6А.

Эффективность основной обработки почвы изучали на четырех фонах минерального питания растений (фактор В): без удобрений (контроль); $N_{30}P_{30}K_{30}$ рекомендованная в зоне исследования стартовая доза под предпосевную культивацию; препарат «Фитотрикс»; $N_{30}P_{30}K_{30}$ + «Фитотрикс».

«Фитотрикс» – биологический фунгицид на основе почвенного гриба *Trichoderma ASPERELLUM* М 18. Он оказывает положительное влияние на рост и развитие растений, улучшает фитосанитарное состояние почвы. Подавляет около 60 видов почвенных патогенов, вызывающих корневые гнили, семенные инфекции, макроспориоз, фузариозное и вертициллезное увядание, черную ножку, белую гниль, ризоктиниоз, аскохитоз, фитофтороз, паршу и др. [11].

Удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ вносили под предпосевную культивацию навесным разбрасывателем (AMAZONE-ZA-M), биофунгицид – опрыскивателем ОП-2000 в фазе выхода в трубку.

Наблюдения и учеты проводили по общепринятым методикам. Структуру урожая анализировали на постоянных площадках 1 м² по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 28636-90, содержание клейковины, белка, засоренность – по ГОСТ 3040-55, ГОСТ 9404-60. Азот протеина определяли по методу Кьельдаля. Учет урожайности осуществляли путем сплошного обмолота всей массы с учетной деланки комбайном СК-5. Данные приводили к 100 %-ной чистоте и 14 %-ной влажности (ГОСТ 27548-

97). Экономическую эффективность анализировали расчетно-нормативным методом по Методическим рекомендациям МСХ РСФСР.

Результаты исследований подвергали математической обработке методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа по Доспехову Б. А. с использованием программ AGROS версия 2.06, STATISTIKA 1991 и Microsoft Excel 2007.

Вегетационные периоды во все годы исследований характеризовались повышенным температурным режимом. Превышение за период май–август (среднемультилетняя 17,07 °С) в 2018 г. составило 2,03 °С, в 2019 г. – 1,43 °С, в 2020 г. – 0,98 °С. Типизация лет исследований на основе ГТК теплого периода позволяет классифицировать 2018 г. как засушливый (ГТК = 0,5 при норме 1,0) – осадков выпало на 49 % ниже многолетней нормы. В 2019 г. (ГТК = 1,0) увлажнение находилось на уровне многолетней нормы, сумма осадков составила 220,3 мм. Вегетационный период 2020 г. (ГТК = 1,3) характеризовался прохладной и дождливой погодой в апреле, мае, июне и августе. Осадков выпало на 29 % выше многолетней нормы (223 мм).

Анализ и обсуждение результатов. Уровень потенциальной продуктивности яровой пшеницы определяется продуктивным стеблестоем, который в опытах зависел от обработки почвы. Весенняя мелкая обработка снижала величину этого показателя, по сравнению с осенней вспашкой, на 20 шт./м². В вариантах с мелкой гребнекулисной обработкой и дискованием продуктивная кустистость перед уборкой яровой пшеницы составила 381...380 шт./м², что находилось на уровне контроля. Увеличение продуктивного стеблестоя в зависимости от обработки почвы, минеральных удобрений и биофунгицида математически доказуемо. Множественный коэффициент корреляции между густотой продуктивного стеблестоя и изучаемыми факторами характеризовал ее как значимую тесную $r=0,897\pm 0,10$. Доля влияния обработки почвы (фактор А) составила – 13,4 %, применения удобрений и фунгицида (фактор В) – 14 %, взаимодействие А×В – 34,4 %.

Наименьшая длина стебля 84,3 см зафиксирована в варианте с весенней мелкой обработкой. Самым высоким он был на фоне дисковой и плоскорезной обработки – 89,1...89,5 см. В остальных вариантах длина стебля различалась незначительно и составила 87,0...87,5 см.

Наибольшую длину колоса (8,4 см) и число зерен в нем (36,8 шт.) отмечали в варианте с дифференцированной обработкой. Близкие по величине показатели (8,3 см и 34,9...35,8 шт. соответственно) зафиксированы в вариантах с дисковой и гребнекулисной обработкой. Наименьшие длину колоса (8,0 см), число зерен в колосе (31,9 шт.) и массу зерна с колоса (1,24 г) наблюдали в варианте с мелкой весенней обработкой (табл. 1), в котором множественные коэффициенты корреляции между

Таблица 1 – Структура урожая яровой пшеницы (среднее за 2018–2020 гг.)

Обработка почвы (фактор А)	Фон (фактор В)	Длина колоса, см	Число зерен в 1 колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г	Масса 1000 зерне, г.	Урожайность, т/га
1*	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +биофунгицид	8,3	37,0	1,35	39,0	3,75
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	8,2	35,6	1,32	39,3	3,65
	Биофунгицид	8,0	32,3	1,28	38,7	3,46
	N ₀ P ₀ K ₀	7,9	33,3	1,27	39,4	3,45
	Среднее	8,1	34,5	1,30	39,1	3,58
2	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +биофунгицид	8,8	39,5	1,40	40,2	3,99
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	8,5	38,1	1,34	39,8	3,87
	Биофунгицид	8,2	35,9	1,30	38,0	3,65
	N ₀ P ₀ K ₀	8,1	33,9	1,29	37,9	3,40
	Среднее	8,4	36,8	1,33	39,0	3,73
3	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +биофунгицид	8,5	35,5	1,31	39,8	3,68
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	8,2	32,8	1,30	39,5	3,36
	Биофунгицид	7,6	30,5	1,28	38,4	3,08
	N ₀ P ₀ K ₀	7,7	29,1	1,08	37,2	2,94
	Среднее	8,0	31,9	1,24	38,7	3,26
4	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +биофунгицид	8,7	40,8	1,36	39,7	4,16
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	8,4	36,0	1,34	39,6	3,69
	Биофунгицид	8,2	34,1	1,31	37,7	3,48
	N ₀ P ₀ K ₀	8,0	32,5	1,26	37,1	3,20
	Среднее	8,3	35,8	1,32	38,5	3,63
5	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +биофунгицид	8,6	39,5	1,46	40,4	3,96
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	8,4	36,0	1,36	39,7	3,68
	Биофунгицид	8,4	33,2	1,28	38,3	3,34
	N ₀ P ₀ K ₀	8,0	31,1	1,19	37,2	3,21
	Среднее	8,3	34,9	1,32	38,9	3,55
6	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ +биофунгицид	8,5	38,0	1,43	40,3	3,86
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	8,2	36,8	1,35	39,3	3,73
	Биофунгицид	8,4	32,8	1,22	38,4	3,31
	N ₀ P ₀ K ₀	7,8	31,4	1,14	37,3	3,18
	Среднее	8,2	34,7	1,28	38,8	3,52
НСР ₀₅ фактор А		0,1	0,7	0,01	0,3	0,10
НСР ₀₅ фактор В		0,1	0,5	0,01	0,3	0,09
НСР ₀₅ взаимодействие АВ		0,3	1,3	0,03	0,6	0,22

длины колоса и факторами А и В составили соответственно $r=0,732\pm 0,07$ и $r=0,691\pm 0,06$.

Массу 1000 зерен определяли гидротермические условия периода активной вегетации. Она в большей степени зависела от метеоусловий отдельного года, чем от способов основной обработки почвы. В вариантах без вспашки масса 1000 зерен в среднем за годы исследований составила 38,5...38,9 г, с дифференцированной и отвальной обработкой – 39,0...39,1 г. Наибольшая масса 1000 зерен за весь период исследований отмечена в 2020 г. – 40,5 г. Этому способствовали лучшие условия влагообеспеченности этого года, которые привели к увеличению продолжительности всех фаз формирования зерна и стабильному накоплению сухого вещества. В 2018 г. из-за минимального за годы исследований количества осадков, наряду с повышенными температурами воздуха, зерно было самым мелким – масса 1000 шт. 37,9 г.

Отмечена тенденция к изменению элементов структуры урожая при использовании минеральных удобрений и биофунгицида Фитотрикс. Под влиянием минеральных удобрений

масса зерна с колоса возрастала в среднем на 0,15 г, число зерен в колосе – на 2,5 шт. Наиболее высокими величины этих показатели были при сочетании биофунгицида с удобрением: соответственно на 0,23 г и 3,9 шт. выше, чем на фоне естественного плодородия почвы. Лучшие показатели зафиксированы в варианте с дифференцированной обработкой и совместным применением минеральных удобрений (N₃₀P₃₀K₃₀) с биофунгицидом «Фитотрикс». Отмечена высокая положительная связь между числом зёрен в колосе и урожайностью – $r=0,76\pm 0,09$, между урожайностью и массой зерна с колоса – от $r=0,63\pm 0,07$. Масса 1000 зёрен во все годы изучения положительно коррелировала с урожайностью, но связь была слабой.

Воздействие изучаемых элементов технологии возделывания на урожайность было значимым и неравноценным. Доля влияния фактора А составила 2,70 %, фактора В – 68,3 %, взаимодействия А×В – 20,7 %,. Исследуемые варианты основной обработки почвы не оказывали значительного влияния на продуктивность. В годы исследований ее, прежде

всего, определяли складывающиеся климатические условиями. Вклад фактора год в проявление признака составлял 23,7 %. В связи с тем, что поле, на котором проводили исследования, расположено в зоне неустойчивого увлажнения решающее значение в создании уровня продуктивности культуры имела обеспеченность посевов влагой. Суммарное количество осадков весенне-летнего периода вегетации достаточно четко определяло уровень урожайности зерна. Наибольшая урожайность яровой пшеницы сформировалась в 2020 г. при их сумме за май–август 287 мм (климатическая норма 223 мм), в среднем по вариантам сбор зерна составил 3,90 т/га. В 2019 г. при снижении суммы осадков до 220,3 мм урожайность была меньше, чем в 2020 г., на 0,15 т/га. В более засушливом 2018 г., когда сумма осадков за май–август не превышала 108,5 мм, она составила всего 2,99 т/га, что на 0,91 т/га ниже, чем в 2020 г.

В среднем за годы исследований более эффективной по действию на продуктивность оказалась дифференцированная в севообороте обработка почвы, на фоне которой продуктивность в среднем по всем фонам удобрений и средств защиты растений составила 3,73 т/га, что выше, чем после осенней вспашки, на 0,15 т/га. В этом варианте удалось достичь лучших экономических и биоэнергетических показателей. Производственные затраты и себестоимость продукции, по отношению к вспашке, снизились в среднем на 18 и 25 % соответственно. Условно чистый доход и коэффициент энергетической эффективности возросли на 25 % и 16 % соответственно.

Из вариантов безотвальной обработки наибольший сбор зерна обеспечила гребнекульная – 3,63 т/га. На фоне отвальной, дисковой и плоскорезной обработкой различий в урожайности зерна практически не отмечали – 3,52...3,58 т/га, что свидетельствует о равноценности этих вариантов. Причем безотвальные мелкие и поверхностные обработки дешевле и должны находить большее применение. Так, при гребнекульной, плоскорезной и дисковой обработках производственных затрат снижались, по сравнению с традиционной вспашкой, на 14, 15 и 18 % соответственно, что позволило уменьшить себестоимость продукции на 16, 13, 17 % и повысить рентабельность производства на 33, 26, 35 % соответственно.

Основные элементы минерального питания оказывают значительное влияние на биохимические и физиологические процессы, протекающие в растениях на протяжении всего периода вегетации и, следовательно, на величину и качество урожая. Внесение удобрений обеспечило достоверную прибавку урожайности изучаемой культуры. В среднем по способам обработки почвы на фоне естественного плодородия почвы она составила 3,23 т/га. Внесение $N_{30}P_{30}K_{30}$ повышало продуктивность на 0,43 т/га. Обработка растений «Фитотриком» увели-

чивала сбор зерна, по сравнению с не удобренным фоном, на 0,16 т/га, его совместное применение с $N_{30}P_{30}K_{30}$ – на 0,67 т/га.

Наибольшую отзывчивость на удобрения наблюдали в варианте с гребнекульной обработкой – урожайность возрастала с 3,20 т/га (без удобрения) до 4,16 т/га ($N_{30}P_{30}K_{30}$ + «Фитотрикс»). При отвальной обработке прибавки составляли 0,20...0,30 т/га. В остальных вариантах результативность применения минеральных удобрений отдельно и в сочетании с биофунгицидом составила соответственно 0,42...0,55 и 0,59...0,75 т/га соответственно.

Качественные характеристики зерна были высокими, не зависели от основной обработки почвы. В среднем по вариантам содержание клейковины составляло от 28,0 до 29,1 %, протеина – от 12,5 до 13,1 % (табл. 2).

Известно, что между содержанием белка и клейковины в нормально развитом и созревшем зерне существует тесная связь, которая выражается высоким коэффициентом прямой корреляции и отношением клейковины к белку, равным 2,2 [12]. Это подтвердилось и в наших исследованиях. Отношение клейковины к белку в среднем по фонам удобрений составило 2,23.

Применение минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ повышало содержание клейковины и белка в зерне яровой пшеницы во всех вариантах в среднем на 2,7 и 0,9 %. Наилучшие показатели качества зерна отмечены при сочетании биофунгицида с минеральными удобрениями. Прирост содержания клейковины и белка, по сравнению с не удобренным фоном, составил 3,4 и 1,1 %.

Содержание азота, фосфора и калия в зерне в зависимости от изучаемых элементов технологии возделывания различалось незначительно. На фоне вспашки количество азота в зерне составило 2,42 % в остальных вариантах – 2,52...2,63 %, фосфора – соответственно 1,14 и 1,12...1,18 % калия – 0,88 и 0,85...0,94 %. Под влиянием вносимых удобрений содержание в зерне фосфора практически не изменялось, азота и калия на удобренном фоне – возрастало на 27 % и 40 %, при сочетании биофунгицида с минеральными удобрениями – на 33 % и 42 %, по сравнению с не удобренным вариантом.

Выводы. Лучшие экономические показатели производства зерна яровой пшеницы обеспечивала дифференцированная обработка почвы в севообороте, которая позволила значительно снизить материально-денежные затраты и повысить урожайность изучаемой в опыте культуры, по сравнению с контролем, на 0,15 т/га, с другими изучаемыми вариантами обработки – на 0,10...0,47 т/га. Наиболее эффективное сочетание удобрений и способов основной обработки по влиянию на урожайность яровой пшеницы проявилось в варианте с гребнекульной обработкой, в котором значимая прибавка, относительно фона естественного плодородия почвы, при внесении

Таблица 2 – Изменение качества зерна яровой пшеницы в зависимости от способов обработки почвы и применения удобрений (среднее 2018–2020 гг.)

Обработка почвы (фактор А)	Химический состав зерна, %			Содержание в зерне, %	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	клейковина	белок
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + биофунгицид (фактор В)					
Отвальная	2,50	1,17	0,84	30,6	13,5
Дифференцированная	3,02	1,18	0,98	29,3	12,9
Мульчирующая	3,42	1,18	1,07	30,3	13,4
Гребнекулисная	3,07	1,28	1,11	30,4	13,4
Дисковая на	2,91	1,13	1,15	30,3	13,2
Плоскорезная	3,20	1,14	1,09	30,7	13,5
Среднее	3,02	1,18	1,04	30,3	13,3
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (фактор В)					
Отвальная	2,63	1,13	1,11	30,5	13,4
Дифференцированная	3,05	1,13	1,14	30,2	13,0
Мульчирующая	2,60	1,10	1,07	30,7	13,5
Гребнекулисная	3,0	1,20	1,02	30,4	13,6
Дисковая на	2,76	1,18	1,03	27,4	12,4
Плоскорезная	2,49	1,18	0,65	28,2	12,6
Среднее	2,75	1,15	1,0	29,6	13,1
Биофунгицид (фактор В)					
Отвальная	2,79	1,14	0,97	28,6	12,8
Дифференцированная	2,28	1,17	0,93	27,1	12,3
Мульчирующая	2,11	1,18	1,0	25,7	11,9
Гребнекулисная	2,25	1,13	0,93	25,7	11,9
Дисковая на	2,49	1,09	0,98	27,7	13,1
Плоскорезная	2,42	1,22	1,08	28,8	12,8
Среднее	2,39	1,15	0,99	27,3	12,5
N ₀ P ₀ K ₀ (фактор В)					
Отвальная	1,77	1,12	0,62	26,9	12,4
Дифференцированная	2,17	1,07	0,59	26,9	11,7
Мульчирующая	1,99	1,09	0,62	27,6	12,4
Гребнекулисная	1,87	1,08	0,64	26,7	12,2
Дисковая на	2,32	1,07	0,55	26,8	12,2
Плоскорезная	1,97	1,18	0,60	26,6	12,1
Среднее	2,01	1,10	0,60	26,9	12,2
НСР ₀₅ фактор А	0,10	0,89	0,14	0,21	0,16
НСР ₀₅ фактор В	0,08	0,87	0,09	0,17	0,13
НСР ₀₅ взаимодействие А×В	0,20	1,02	0,28	0,42	0,32

N₃₀P₃₀K₃₀ составила 0,49 т/га, минеральных удобрений и биофунгицида – 0,96 т/га. Наименьшая эффективность удобрений отмечена в сочетании со вспашкой, при котором продуктивность культуры повысилась соответственно на 0,20 и 0,30 т/га.

Во всех изучаемых вариантах лучшие показатели качества зерна отмечали при сочетании биофунгицида с минеральными удобрениями: превышение содержания клейковины и белка, по сравнению с не удобренным фоном, составило 3,4 и 1,1 %, концентрации азота и калия в зерне – 33 % и 42 %.

Литература

1. Забродин А. А. Влияние различных способов обработки почвы на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Вестник Орел ГАУ. 2012. Т. 2. № 12. С. 28–31.
2. Сабитов М. М. Возделывание яровой пшеницы при разных уровнях интенсификации // Защита и карантин растений. 2017. № 3. С. 20–23.
3. Кузина Е. В. Изменение урожайности озимой пшеницы и качества зерна в зависимости от способов основной обработки почвы и уровня удобрённости // Аграрный научный журнал. 2016. №11. С. 24-29.
4. 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. No. 1 (8). P. 1796–1800.
5. Солодовников А. П., Лёвкина А. Ю. Влияние способов обработки почвы и агрохимикатов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в Саратовском Заволжье // Аграрный научный журнал. 2020. № 3. С. 29–35.
6. Кирюшин В. И. Задачи научно-инновационного обеспечения земледелия России // Земледелие. 2018. № 3. С. 3–8.
7. Lapshinov N. A., Pakul V. N., Bozhanova G. V., Kuksheneva T. P. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies / Research Journal of international Studies // Mezdunarodnyj

naueno-issledovatel'skij zurnal. 2013. No. 4 (11). P. 131–134.

8. Raimanova I. The effects of differentiated water supply after anthesis and nitrogen fertilization on 15N of wheat grain // Haberle. Rapid Commun: Mass Spectrom. 2010. Vol. 3. No. 24. P. 261–266.

9. Захаренко В. А. Экономическая целесообразность системы защиты зерновых культур в России // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 7. С. 5–8.

10. Манылова О. В., Чернышков В. Н., Карташов М. И. Эффективность биофунгицидов против корневых гнилей и септориоза озимой пшеницы в условиях лесостепи Алтайского Приобья // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. №5 (163). С. 54–58.

11. ООО Научно-производственный институт «Биопрепараты»: Фитотрикс. URL: <https://biopreparaty.ru/fitotriks/> (дата обращения 3.03.2021).

12. Коданев И. М. Агротехника и качество зерна. М.: Колос, 1970. 232 с.

Сведения об авторе:

Кузина Елена Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией, e-mail: elena.kuzina@autorambler.ru

Самарский федеральный исследовательский центр РАН, Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Ульяновск, Россия

INFLUENCE OF TILLAGE METHODS AND FERTILIZERS ON THE YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN

E.V. Kuzina

Abstract. The article presents the results of studies of the influence of soil cultivation methods, mineral fertilizers and biofungicide on yield, grain quality of spring wheat and economic indicators. The studies were carried out in 2018–2020. The soil of the experimental site is represented by slightly leached heavy loamy chernozem with a humus content of 5.8%. The object of research is spring wheat, grade “Ulyanovskaya 100”. The subject of research is six methods of soil cultivation: 1) moldboard - (plowing by 20–22 cm PLN-4-35) control; 2) differentiated - (plowing 25–27 cm for the previous crop, disking 6–8 cm for spring wheat); 3) mulching - (by 10–12 cm APK-3 in spring); 4) comb - (OP-3S for 13–15 cm); 5) disk - (paper machine for 6–8 cm); 6) flat-carved - (KPSH-3 by 13–15 cm). The experiment was carried out on four backgrounds: 1) $N_0P_0K_0$ (control); 2. Background ($N_{30}P_{30}K_{30}$ - for pre-sowing cultivation); 3. “Fitotrix”; 4. Background $N_{30}P_{30}K_{30}$ + Fitotrix. The experiment was repeated four times. The arrangement of the plots is systematic, the total area of the plot is 250 m² (10 x 25), the accounting area is 125 m² (5 x 25). The highest yield - 3.73 t/ha, was achieved with the use of differentiated tillage, here the profitability of grain production was 161%, the energy efficiency coefficient was 3.51 units, against plowing, where the indicators were respectively by 0.15 t/ha, 52% and 0.43 units below. The greatest responsiveness in the harvesting of grain from fertilizers was observed in the variant with ridge cultivation, where the increments were 0.49 t/ha against the background of the application of $N_{30}P_{30}K_{30}$, against the background of $N_{30}P_{30}K_{30}$ + “Fitotrix” - by 0.96 t/ha relative to the non-fertilized background. The quality characteristics of the grain were similar regardless of the main tillage methods. The highest indicators were observed in the combination of biofungicide with mineral fertilizers, where the increase in gluten and protein was 3.4 and 1.1%, compared with the non-fertilized background.

Keywords: spring wheat (*Triticum aestivum*), tillage options, mineral fertilizers, biofungicide, yield, ear length, grain content, protein, gluten.

References

1. Zabrodin AA. [Influence of various methods of soil cultivation on the yield and grain quality of winter wheat]. Vestnik Orel GAU. 2012; 2 (12): 28–31 p.

2. Sabitov MM. [Cultivation of spring wheat at different intensification levels]. Zashchita i karantinrastenii. 2017; (3): 20–23 p.

3. Kuzina EV. [Changes in the yield of winter wheat and grain quality depending on the methods of basic tillage and the level of fertilization]. Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2016; (11): 24–29 p.

4. Kulikova AKh, Nikitin SN, Toigildin AL. Biopreparations in the spring wheat fertilization system. Research journal of pharmaceutical, biological and chemical sciences. 2017; 1 (8): 1796–1800 p.

5. Solodovnikov AP, Levkina AYU. [Influence of tillage methods and agrochemicals on the yield and quality of winter wheat grain in Saratov region]. Agrarnyi nauchnyi zhurnal. 2020; (3): 29–35 p.

6. Kiryushin VI. [Tasks of scientific and innovative support of agriculture in Russia]. Zemledelie. 2018; (3): 3–8 p.

7. Lapshinov NA, Pakul VN, Bozhanova GV, Kuksheneva TP. Accumulation and preservation of productive moisture in resource-saving technologies. Research Journal of international Studies. Mezhdunarodnyj naueno-issledovatel'skij zurnal. 2013; 4 (11): 131–134 p.

8. Raimanova I. The effects of differentiated water supply after anthesis and nitrogen fertilization on 15N of wheat grain. Haberle. Rapid Commun: Mass Spectrom. 2010; 3 (24): 261–266 p.

9. Zakharenko VA. [Economic feasibility of the system of protection of grain crops in Russia]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018; 32 (7): 5–8 p.

10. Manylova OV, Chernyshkov BN, Kartashov MI. [The effectiveness of biofungicides against root rot and septoria winter wheat in the forest-steppe of Altai region]. Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2018; 5 (163): 54–58 p.

11. LLC Scientific and Production Institute “Biopreparations”: Fitotriks. [Internet]. [cited 2021 March 18]. Available from: <https://biopreparaty.ru/fitotriks/>.

12. Kodanev IM. Agrotekhnika i kachestvo zerna. [Agrotechnics and grain quality]. Moscow: Kolos. 1970; 232 p.

Authors:

Kuzina Elena Viktorovna – Ph.D. of agricultural sciences, head of laboratory, e-mail: elena.kuzina@autorambler.ru Samara Federal Research Scientific Center of RAS, Ulyanovsk Scientific Research Agriculture Institute, Ulyanovsk, Russia.