

Влияние минеральных и микробиологических удобрений на биологическую активность каштановой почвы и продуктивность яровой твердой пшеницы в условиях сухостепного Заволжья

Константин Евгеньевич Денисов^{1,2}, Илья Сергеевич Полетаев¹, Анастасия Александровна Гераскина¹,
Вячеслав Алексеевич Тонкошкур¹, Константин Сергеевич Кондаков², Елена Борисовна Соловьева³

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

²ФГБНУ РосНИИ «Россорго», г. Саратов, Россия

³Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, г. Москва, Россия

e-mail: k.denisov@inbox.ru

Аннотация. Статья посвящена определению влияния минеральных и микробиологических удобрений на урожайность зерна яровой твердой пшеницы сорта Луч 25 и целлюлозоразлагающую способность почвы при отвальной и минимальной обработке почвы. Сделан вывод, что минеральные и микробиологические удобрения обеспечивают максимальную эффективность, что в свою очередь способствует повышению урожайности культуры.

Ключевые слова: яровая твердая пшеница; минеральные удобрения; микробиологические удобрения; урожайность; вспашка; минимальная обработка почвы.

Для цитирования: Денисов К. Е., Полетаев И. С., Гераскина А. А., Тонкошкур В. А., Кондаков К. С., Соловьева Е. Б. Влияние минеральных и микробиологических удобрений на биологическую активность каштановой почвы и продуктивность яровой твердой пшеницы в условиях сухостепного Заволжья // Аграрный научный журнал. 2022. № 12. С. 27–30. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i12pp27-30>.

AGRONOMY

Original article

The influence of mineral and microbiological fertilizers on the biological activity of chestnut soil and the productivity of spring durum wheat in the conditions of the dry steppe of the Volga region

Konstantin E. Denisov^{1,2}, Ilya S. Poletaev¹, Anastasia A. Geraskina¹,
Vyacheslav A. Tonkoshkur¹, Konstantin S. Kondakov², Elena B. Solovieva³

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Russian Research Institute for Sorghum and Maize "Rossorgo", Saratov, Russia

³Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

e-mail: k.denisov@inbox.ru

Abstract. The article is devoted to determining the effect of mineral and microbiological fertilizers on the grain yield of spring durum wheat (variety Luch 25) and the cellulose-decomposing ability of the soil during moldboard and minimal tillage. It is concluded that mineral and microbiological provide the maximum efficiency, which in turn contributes to an increase in crop yields.

Keywords: spring durum wheat; mineral fertilizers; microbiological fertilizers; productivity; plowing; minimum tillage.

For citation: Denisov K. E., Poletaev I. S., Geraskina A. A., Tonkoshkur V. A., Kondakov K. S., Solovieva E. B. The influence of mineral and microbiological fertilizers on the biological activity of chestnut soil and the productivity of spring durum wheat in the conditions of the dry steppe of the Volga region. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(12):27–30. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i12pp27-30>.

Введение. Сельскохозяйственное производство – одна из важнейших отраслей в экономике России. В условиях санкций производство продуктов питания в первую очередь на местных сельскохозяйственных предприятиях стало главным фактором обеспечения благосостояния населения страны. В современных реалиях ведения сельского хозяйства в последнее время резко возрастает роль финансовой составляющей производства.

Стратегия развития производства растениеводческой продукции Саратовской области на современном этапе заключается в получении стабильных урожаев качественной продукции, конкурентоспособной на внутреннем и мировом рынке. Для достижения поставленных задач необходимо совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Применение ресурсосберегающих обработок почвы, внесение минеральных, бактериальных и микроудобрений оказывают положительное влияние на устойчивость сельскохозяйственных растений к стрессам и обеспечивают получение стабильных урожаев качественного зерна сельскохозяйственных культур [1, 2].

Общая площадь пахотных земель Саратовской области составляет 6 млн га. Средняя урожайность яровой пшеницы по области составляет 1,61 т/га. По данным Росреестра за 2020 год, в России из 8,2 млн га сельхозугодий и 5,8 млн га пашни посевы яровой пшеницы занимают 169 тыс. га.

Специфические биоклиматические ресурсы Саратовской области (дефицит влаги при высоких температурах воздуха и плодородные почвы) дают возможность ежегодно достигать высоких показателей качества зерна, что невозможно без использования прогрессивных технологий, среди которых наибольшую значимость имеют разработка и внедрение новых сортов, применение современных бактериальных, минеральных и микроудобрений, энергосберегающих приёмов обработок почвы, системы защиты растений, оптимизации способа посева и нормы высева [3, 6].



Поэтому изучение приёмов, повышающих урожайность такой ценной культуры, как яровая пшеница, имеет большое теоретическое и практическое значение.

Методика исследований. С целью определения влияния различных бактериальных, микроудобрений и их сочетаний с минеральными удобрениями на урожайность зерна яровой твердой пшеницы и целлюлозоразлагающую способность почвы при различных способах основной обработки почвы на опытном поле Вавиловского университета был заложен двухфакторный опыт.

Фактор А: приемы обработки почвы (вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22–25 см, минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10–12 см).

Фактор Б: минеральные, бактериальное и микроудобрения (аммофос 60 кг/га, Азофит – 2 л/га; Страда N – 3 л/га, Микроэл – 0,2 л/га).

Схема опыта: 1) отвальная обработка почвы плугом ПЛН-5-35 на глубину 22–25 см (контроль); 2) вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22–25 см + аммофос; 3) вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22–25 см + Азофит; 4) вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22–25 см + Страда N; 5) вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22–25 см + Микроэл; 6) вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22–25 см + Азофит + аммофос; 7) вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22–25 см + Страда N + аммофос; 8) вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 22–25 см + Микроэл + аммофос; 9) минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10–12 см (контроль); 10) минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10–12 см + аммофос; 11) минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10–12 см + Азофит; 12) минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10–12 см + Страда N; 13) минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10–12 см + Микроэл; 14) минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10–12 см + Азофит + аммофос; 15) минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10–12 см + Страда N + аммофос; 16) минимальная обработка почвы дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10–12 см + Микроэл + аммофос.

Повторность опытов трёхкратная, расположение делянок первого порядка систематическое, расположение делянок второго порядка рендомизированное; площадь делянки первого порядка 400 м², площадь делянок второго порядка 50 м², учётная площадь 30 м². На опытном участке возделывали сорт яровой твердой пшеницы Луч 25, предшественник – нут.

Перед посевом яровой пшеницы под культивацию вносили 60 кг/га в физической массе комплексного минерального удобрения аммофос. Некорневую подкормку бактериальными и микроудобрениями проводили в фазы кущения и колошения ранцевым опрыскивателем. Норма расхода рабочей жидкости – 200 л/га. Посев культуры выполняли в третьей декаде апреля сеялкой СЗ–3,6 с нормой высева 4,5 млн всхожих семян на 1 га.

Полевой опыт сопровождался наблюдениями и исследованиями в соответствии с общепринятыми методиками и методическими указаниями [4, 5].

Результаты исследований. В условиях Саратовского Заволжья складывающиеся погодные условия оказывают значительно влияние на урожайность яровых зерновых культур.

Самые засушливые условия формировались в 2020 г., когда сумма осадков за период вегетации яровой пшеницы была равна 64,5 мм, что составляло 50,7 % среднегодовой суммы. В вегетационный период этого года ГТК составил 0,25, что характеризовало его как сухой. 2021 г. характеризовался как очень засушливый, гидротермический коэффициент составлял 0,47. Сумма осадков за вегетационный период культуры составила 161,6 мм, т. е. 141 % значений климатической нормы района проведения опытов. 2022 г. также характеризовался как очень засушливый, хотя количество осадков за теплый период выше 10 °С было больше, чем в 2021 г., и составило 178,3 мм, т. е. 186 % среднегодовых значений, гидротермический коэффициент составлял 0,62 (табл. 1).

Таблица 1

Погодные условия в годы проведения исследований

Год исследований	Сумма осадков (апрель – август), мм	ГТК (апрель – август)
2020	64,5	0,25
2021	161,6	0,47
2022	178,3	0,62

Агротехнические приемы, применяемые при возделывании культур, имеют особое значение. Разложение целлюлозы – важный процесс, характеризующий биологическую активность почвы. Он обусловлен наличием в почве микроорганизмов, способных разлагать свежее органическое вещество, тем самым повышая плодородие почвы.

По данным табл. 2, целлюлозоразлагающая активность повышалась в более обеспеченный осадками год. Если на отвальной обработке в 2020 г. степень разложения целлюлозы по вариантам с некорневыми подкормками варьировала от 9,5 до 23,4 %, в 2021 г. – от 19,9 до 70,2 %, в то в 2022 г. – от 25,1 до 80,3 %. При минимальной обработке в 2020 г. целлюлозоразлагающая активность варьировала от 5,3 до 18,5 %, в 2021 г. – от 15,4 до 41,2 %, в 2022 г. – от 20,3 до 59,6 %. Это можно объяснить повышенной влажностью почвы и лучшим развитием микроорганизмов.



При отвальном способе обработки почвы в среднем за годы исследований максимальный эффект отмечен при совместном внесении минеральных удобрений и некорневой подкормки растений Азофитом – 56,7 % (сильная степень разложения), самая низкая интенсивность почвенных микроорганизмов относительно контрольного варианта была на варианте с внесением микробиологического удобрения Микроэл – 22,7 % (слабая степень разложения).

Таблица 2

Изменение целлюлозоразлагающей активности почвы в 2020–2022 гг.

Вариант опыта		Разложение льняной ткани, %				Интенсивность микробиологической активности почвы
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	
Вспашка	1. Контроль	9,5	19,9	25,1	18,2	Слабая
	2. Азофит	16,5	45,4	49,3	37,1	Средняя
	3. Страда N	20,1	32,5	39,4	30,7	Средняя
	4. Микроэл	12,4	23,4	32,2	22,7	Слабая
	5. Аммофос	14,3	25,5	35,6	25,1	Слабая
	6. Азофит + Аммофос	19,5	70,2	80,3	56,7	Сильная
	7. Страда N + Аммофос	23,4	63,6	75,2	54,1	Сильная
	8. Микроэл + Аммофос	18,3	50,3	60,2	42,9	Средняя
Минимальная обработка почвы	9. Контроль	5,3	15,4	20,3	13,7	Слабая
	10. Азофит	8,5	30,4	47,4	28,8	Слабая
	11. Страда N	12,3	23,8	32,2	22,8	Слабая
	12. Микроэл	6,4	18,4	24,3	16,4	Слабая
	13. Аммофос	7,1	21,3	27,4	18,6	Слабая
	14. Азофит + Аммофос	15,4	41,2	59,6	38,7	Средняя
	15. Страда N + Аммофос	18,5	35,4	49,4	34,4	Средняя
	16. Микроэл + Аммофос	11,3	29,3	36,3	25,6	Слабая

На минимальной обработке за три года исследований самая высокая активность микроорганизмов и сильная степень разложения льняной ткани отмечена также на варианте с внесением Азофита совместно с аммофосом – 38,7 % (средняя степень разложения), что выше контроля на 25,0 абс%. Это объясняется высоким обеспечением азотом растений и, как следствие, высокой концентрацией этого элемента в корневых выделениях яровой твердой пшеницы, что стимулирует развитие микроорганизмов.

Урожайность твердой яровой пшеницы тесно коррелирует с погодными условиями климатической зоны проведения исследований. В зависимости от года этот показатель имел тенденцию к повышению во влажные 2021 и 2022 гг. В засушливом 2020 г. урожайность зерна яровой твердой пшеницы сорта Луч 25 составляла 0,45–0,80 т/га. В последующие годы отмечалась стойкая динамика повышения урожайности сельскохозяйственной культуры от 1,2 до 2,05 т/га в 2021 г., от 1,62 до 2,28 т/га в 2022 г., что было обусловлено лучшей влагообеспеченностью (табл. 3).

Таблица 3

Урожайность зерна яровой твердой пшеницы в 2020–2022 гг.

Вариант опыта		Урожайность т/га				Прибавка к контролю	
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	среднее	т/га	%
Вспашка	1. Контроль	0,60	1,50	1,62	1,24	–	–
	2. Азофит	0,68	1,65	1,82	1,38	0,14	11,56
	3. Страда N	0,73	1,63	1,76	1,37	0,13	10,75
	4. Микроэл	0,70	1,60	1,72	1,34	0,10	8,06
	5. Аммофос	0,65	1,71	1,88	1,41	0,17	13,98
	6. Азофит + Аммофос	0,75	1,95	2,18	1,63	0,39	31,18
	7. Страда N + Аммофос	0,80	2,05	2,28	1,71	0,47	37,90
	8. Микроэл + Аммофос	0,78	1,87	2,08	1,58	0,34	27,15
Минимальная обработка почвы	9. Контроль	0,45	1,20	1,40	1,02	-	-
	10. Азофит	0,49	1,38	1,66	1,18	0,16	15,74
	11. Страда N	0,55	1,36	1,60	1,17	0,15	15,08
	12. Микроэл	0,53	1,31	1,58	1,14	0,12	12,13
	13. Аммофос	0,48	1,39	1,63	1,17	0,15	14,75
	14. Азофит + Аммофос	0,56	1,70	2,01	1,42	0,41	40,00
	15. Страда N + Аммофос	0,64	1,65	1,95	1,41	0,40	39,02
	16. Микроэл + Аммофос	0,61	1,62	1,93	1,39	0,37	36,39
НСР ₀₅ по фактору А		0,028					
НСР ₀₅ по фактору В		0,056					
НСР ₀₅ по фактору АВ		$F_{\phi} < F_T$					





Как показали результаты исследований, на урожайность влияли не только погодные условия, но также способ основной обработки почвы. Причем значительную разницу относительно контрольного варианта отмечали при минимальной обработке почвы, несмотря на то, что урожайность зерна яровой твердой пшеницы при глубокой вспашке была выше. В среднем за три года урожайность на вспашке изменялась от 1,24 на контроле до 1,71 т/га на варианте с совместным применением минерального удобрения аммофос и азотного удобрения Страда N. Применение микроудобрений без аммофоса давало прибавку от 0,08 до 0,10 т/га, или 0,10–0,14 %. Добавление аммофоса в схему опыта на вспашке давало прибавку 0,15–0,20 т/га, или 27,15–37,90 %. Таким образом, действие минеральных удобрений усиливает эффект от применения бактериальных и микроудобрений. Действие минеральных удобрений без некорневой подкормки давало большую прибавку урожайности относительно применения минеральных и микробиологических удобрений на отвальной обработке почвы. В среднем за 2020–2022 гг. разница составляла 0,17 т/га, или 13,98 %.

В среднем за три года проведенных исследований на минимальной обработке почвы урожайность зерна яровой твердой пшеницы сорта Луч 25 изменялась от 1,02 на контроле до 1,42 т/га на варианте с совместным применением минерального удобрения аммофос и микробиологического удобрения Азофит. Применение только минерального удобрения аммофос без некорневой подкормки, как и внесение минеральных и микробиологических удобрений без аммофоса, давало прибавку урожайности порядка 0,12–0,16 т/га, или 12,13–15,74 %. То есть по отдельности эти удобрения давали меньший эффект по сравнению с их комбинированным действием. В этом случае прибавка относительно контрольного варианта достигала 36,39–40,00 %.

Следует отметить, что в зависимости от способа обработки почвы бактериальные и микроудобрения оказывали различное влияние на урожайность культуры. При отвальной обработке почвы разница в действии Азофита и Страда N составила 6,72 %. На минимальной обработке почвы разница в их действии составляла всего 0,80 %. Можно сделать вывод, что в наибольшей степени их эффект обусловлен способом обработки почвы. Следует отметить, что статистически достоверного различия между вариантами с применением Страда N и Азофит на минимальной обработке почвы не наблюдалось, тогда как при отвальной обработке почвы в сочетании с внесением аммофоса действие Страда N было более эффективным.

Заключение. В ходе проведенных исследований установлено, что целлюлозоразлагающая активность почвы при отвальной обработке была самой высокой на варианте с некорневой подкормкой растений минеральным удобрением Аммофос – 56,7 % (сильная степень разложения), на минимальной обработке самая высокая активность микроорганизмов и сильная степень разложения отмечены при применении Азофита совместно с аммофосом – 38,7 % (средняя степень разложения).

Как показали исследования, значительная разница в урожайности относительно контроля выявлена при минимальной обработке почвы, несмотря на то, что этот показатель при глубокой вспашке выше. Внесение минеральных удобрений под предпосевную культивацию и некорневая подкормка жидкими минеральными и микробиологическими удобрениями дали больший эффект во влажные 2021 и 2022 гг.

Минеральные и микробиологические удобрения обеспечивают максимальную эффективность минерального питания. Наибольший эффект на отвальной обработке почвы получен при комбинированном действии Страда N и аммофоса: прибавка относительно контроля составляла 37,90 %. На минимальной обработке разница в действии Азофита и Страда N была незначительной и составляла всего 0,80 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Формирование урожайности и качества зерна яровой пшеницы под влиянием внекорневых подкормок в условиях Саратовского Заволжья / И. С. Полетаев [и др.] // Аграрный научный журнал. 2019. № 9. С. 18–24.
2. Каргин В. И., Ерофеев А. А., Захаркина Р. А., Каргин Ю. И. Влияние химических препаратов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Защита и карантин растений. 2009. № 10. С. 32.
3. Карпук В. В., Сидорова С. Г. Растениеводство: учеб. пособие. Минск, 2011. 351 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.
5. Основы научных исследований в растениеводстве и селекции / А.Ф. Дружкин [и др.]. Саратов, 2013. 264 с.
6. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М., 2005. 302 с.

REFERENCES

1. Formation of yield and grain quality of spring wheat under the influence of foliar top dressing in the conditions of the Saratov Trans-Volga region / I.S. Poletaev et al. *The agrarian scientific journal*. 2019; 9: 18–24. (In Russ.).
2. Kargin V.I., Erofeev A.A., Zakharkina R.A., Kargin Yu.I. Influence of chemicals on the yield and quality of spring wheat grain. *Plant Protection and Quarantine*. 2009; 10: 32. (In Russ.).
3. Karpuk V.V., Sidorova, S.G. Plant growing. Minsk, 2011. 351 p. (In Russ.).
4. Dospikhov B. A. Methods of field experience. Mpscow, 1985. 351 p. (In Russ.).
5. Fundamentals of scientific research in plant growing and selection / A.F. Druzhkin et al. Saratov, 2013. 264 p. (In Russ.).
6. Zavalin A. A. Biopreparations, fertilizers and harvest. Moscow, 2005. 302 p. (In Russ.).

*Статья поступила в редакцию 14.09.2022; одобрена после рецензирования 05.10.2022; принята к публикации 25.10.2022.
The article was submitted 14.09.2022; approved after reviewing 05.10.2022; accepted for publication 25.10.2022.*