Аграрный научный журнал. 2023. № 5. С. 10–15.
The Agrarian Scientific Journal. 2023;(5):10–15.

АГРОНОМИЯ

Научная статья
УДК 631.811
doi: 10.28983/asj.y2023i5pp10-15

Оценка эффективности применения минеральных и микробиологических удобрений для повышения качества зерна яровой твердой пшеницы

Константин Евгеньевич Денисов[1], Анастасия Александровна Гераскина[1], Александр Николаевич Никитин[2], Константин Сергеевич Кондаков[3]
[1]Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия
[2]ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь, Россия
[3]ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов, Россия
e-mail: k.denisov@inbox.ru

Аннотация. В работе изучено влияние минеральных и микробиологических удобрений при различных способах основной обработки почвы на качество зерна и урожайность яровой твердой пшеницы. Установлено, что независимо от способа основной обработки почвы предпосевное внесение аммофоса усиливает действие минеральных и микробиологических удобрений, применяемых в качестве листовой подкормки растений яровой пшеницы в фазы кущения и колошения, обеспечивая повышение качества зерна до 1-го класса, урожайность до 40 % относительно контроля.

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

Для цитирования: Денисов К. Е., Гераскина А. А., Никитин А. Н., Кондаков К. С. Оценка эффективности применения минеральных и микробиологических удобрений для повышения качества зерна яровой твердой пшеницы // Аграрный научный журнал. 2023. № 5. С. 10–15. http: 10.28983/asj.y2023i5pp10-15.

AGRONOMY

Original article

Evaluation of the application effectiveness mineral and microbiological fertilizers to improve the grain quality of spring durum wheat

Konstantin E. Denisov[1], Anastasia A. Geraskina[1], Aleksandr N. Nikitin[2], Konstantin S. Kondakov[3]
[1]Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia
[2]Federal Scientific Center of Bast Crops, Tver, Russia
[3]Russian Research Institute for Sorghum and Maize “Rossorgo”, Saratov, Russia
e-mail: k.denisov@inbox.ru

Abstract. The work studied the effect of mineral and microbiological fertilizers with various methods of basic tillage on the quality of grain and the yield of spring durum wheat. It has been established that, regardless of the method of the main tillage, the pre-sowing application of ammophos enhances the effect of mineral and microbiological fertilizers used as foliar feeding of spring wheat plants in the tillering and heading phases, providing an increase in grain quality to the 1st class, yield up to 40 % relative to control.

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

For citation: Denisov K. E., Geraskina A. A., Nikitin A.N., Kondakov K.S. Evaluation of the application effectiveness mineral and microbiological fertilizers to im-prove the grain quality of spring durum wheat. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = The Agrarian Scientific Journal. 2023;(5):10–15. (In Russ.). http: 10.28983/asj.y2023i5pp10-15.

Введение. Зерно является важнейшим стратегическим продуктом, обеспечивающим стабильное развитие агропромышленного комплекса и продовольственную безопасность страны. Основной зерновой культурой в Российской Федерации является яровая пшеница. Ее значение для экономики трудно переоценить, т.к. это одна из наиболее востребованных экспортных культур. Потребление зерна в мире постоянно растет, что обеспечивает стабильно высокий спрос на него на мировом рынке. Яровая пшеница возделывается практически во всех регионах России, однако пятую часть валового сбора зерна получают именно в Поволжье.

© Денисов К. Е., Гераскина А. А., Никитин А. Н., Кондаков К. С., 2023

Сельскохозяйственное производство является ведущей отраслью Саратовской области. Порядка 60 % доходов от растениеводства в регионе приходятся именно на производство зерна. Причем климатические условия Саратовского Заволжья являются оптимальными для формирования высококачественного зерна яровой пшеницы, особенно твердых сортов.

Получение стабильных урожаев высококачественного зерна является одной из приоритетных задач сельскохозяйственного производства в Поволжье. Решение этой задачи возможно путем подбора наиболее продуктивных сортов, разработки оптимального режима питания, путем применения микробиологических и комплексных минеральных удобрений. Отдельным приемом является некорневая подкормка посевов пшеницы, применение этого агроприема способно повысить резистентность растений к абиотическим факторам внешней среды. Также этот прием, по данным различных исследований, способен не только повышать урожайность сельскохозяйственных культур, но и качество получаемой продукции. Более того, фолиарная обработка посевов минеральными и микробиологическими удобрениями является малозатратным приемом, повышающим рентабельность производства продукции растениеводства.

Подбор наиболее эффективных удобрений для листовой подкормки является актуальной задачей, решение которой обеспечивает повышение не только валового сбора зерна, но и его качество.

Цель исследования состояла в определении наиболее оптимального сочетания минеральных и микробиологических удобрений при различных способах основной обработки почвы для повышения качества зерна и урожайности яровой твердой пшеницы.

Методика исследований. Исследования проводили в 2020–2022 гг. на опытном поле Вавиловского университета, УНПО «Поволжье», пос. Степное, Энгельсский р-н Саратовской области. Изучали влияние различных способов основной обработки почвы (отвальная обработка, минимальная обработка) и системы питания растений (минеральное удобрение аммофос, микроудобрения Азофит, Страда N, Микроэл) на качество зерна и продуктивность яровой твердой пшеницы сорта Луч 25.

Для изучения влияния описанных факторов на продуктивность яровой твердой пшеницы был заложен двухфакторный опыт.

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

Фактор В – минеральные и микробиологическое удобрения (аммофос 60 кг/га, Страда N – 3л/га, Микроэл – 0,2 л/га, Азофит – 2 л/га).

Схема опыта включала в себя 16 вариантов.

1. Вспашка (контроль).
2. Вспашка + аммофос.
3. Вспашка + Азофит.
4. Вспашка + Страда N.
5. Вспашка + Микроэл.
6. Вспашка + Азофит + аммофос.
7. Вспашка плугом + Страда N + аммофос.
8. Вспашка плугом + Микроэл + аммофос.
9. Минимальная обработка (контроль).
10. Минимальная обработка + аммофос.
11. Минимальная обработка + Азофит.
12. Минимальная обработка + Страда N.
13. Минимальная обработка + Микроэл.
14. Минимальная обработка + Азофит + аммофос.
15. Минимальная обработка + Страда N + аммофос.
16. Минимальная обработка + Микроэл + аммофос.

© Денисов К. Е., Гераскина А. А., Никитин А. Н., Кондаков К. С., 2023

Повторность опытов трёхкратная, расположение делянок первого порядка систематическое, расположение делянок второго порядка рендомизированное; площадь делянки первого порядка 400 м^2, площадь делянок второго порядка 50 м^2, учётная площадь 30 м^2.

Гидротермический коэффициент периода вегетации яровой пшеницы по годам исследований составил 0,25; 0,47; 0,62.

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

Результаты исследований. Как показали результаты исследований, проведенных в 2020–2022 гг., качество зерна яровой твердой пшеницы, которое определяется такими показателями, как содержание клейковины и белка, изменяется под влиянием изучаемых факторов. В среднем за годы исследований на вспашке содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы колебалось от 26,80 до 31,0 % (табл. 1).

Таблица 1

Качество зерна яровой твердой пшеницы в среднем за годы исследований, 2020–2022 г.

Вариант опыта		Содержание клейковины, %	Различие с контролем, % клейковины	Содержание белка, %	Различие с контролем, % белка	Класс зерна
Вспашка	Контроль	26,8		14,3		2
	Азофит	29,8	3,0	15,7	1,4	1
	Страда N	29,6	2,8	15,3	1,0	1
	Микроэл	28,5	1,7	14,8	0,5	1
	Аммофос	27,9	1,1	14,6	0,3	1
	Азофит + аммофос	31,0	4,2	16,5	2,2	1
	Страда N + аммофос	30,9	4,1	16,3	2,1	1
	Микроэл + аммофос	29,8	3,0	15,2	1,0	1
Минимальная	Контроль	24,5		13,1		2
	Азофит	26,7	2,2	14,3	1,2	1
	Страда N	25,7	1,2	14,0	0,9	2
	Микроэл	25,4	0,8	13,6	0,5	2
	Аммофос	25,0	0,4	13,4	0,3	2
	Азофит + аммофос	28,2	3,7	15,1	2,0	1
	Страда N + аммофос	28,1	3,6	15,1	2,0	1
	Микроэл + аммофос	27,0	2,5	14,3	1,2	1

Максимальное значение было при внесении аммофоса и некорневой подкормке микробиологическим удобрением Азофит, на этом варианте разница с контролем составляла 4,2 %. При внесении только аммофоса отмечали незначительное повышение уровня клейковины относительно контроля до 27,9 % (на 1,1 %). Листовая подкормка минеральными и микробиологическими удобрениями повышала значение анализируемого показателя до 28,5–29,8 % по вариантам опыта. Добавление в схему опыта аммофоса обеспечивало положительный эффект на всех анализируемых вариантах, повышая этот показатель до 29,8; 30,9 и 31,0 % при внесении Микроэла, Страды N и Азофита соответственно по вариантам опыта.

© Денисов К. Е., Гераскина А. А., Никитин А. Н., Кондаков К. С., 2023

Содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы сорта Луч 25 при отвальной обработке изменялось от 14,3 % на контроле до 16,5 % при внесении аммофоса и фолиарной обработке удобрением Азофит в фазы кущения и колошения. При внесении только аммофоса и только Микроэла отмечали наименьшую прибавку относительно контрольного варианта (0,3 и 0,5 % содержания белка соответственно по вариантам опыта). Действие Азофита, Страды N и Микроэла под действием аммофоса усиливалось, повышая содержание белка в зерне яровой твердой пшеницы до 15,2–16,5 % (на 1,0–2,2 % содержания белка). Следует отметить, что в среднем за годы исследования действие удобрений Страда N и Азофит совместно с аммофосом было практически идентичным. Разница в их действии составляла всего 0,1 % содержания белка.

При отвальной обработке зерно яровой твердой пшеницы относилось ко второму классу качества лишь на контрольном варианте, в остальных случаях наблюдали повышение его качества до первого класса.

На минимальной обработке почвы в 2020–2022 г. содержание клейковины изменялось от 24,5 % на контроле до 28,2 % на варианте с совместным применением аммофоса и некорневой подкормкой микробиологическим удобрением Азофит. Аммофос без фолиарной обработки минеральными и микробиологическими препаратами повышал содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы менее чем на 1 % белка. Незначительная прибавка относительно контроля (0,8 % белка) также отмечалась при внесении удобрения Микроэл без применения аммофоса в предпосевную культивацию. Однако добавление его в схему опыта при внесении совместно с Микроэл обеспечивало повышение эффективности препарата, увеличивая содержание клейковины до 27,0 % (на 2,5 % клейковины). Листовая подкормка жидкими минеральными и микробиологическими препаратами давала повышение уровня клейковины до 25,4–26,7 %. Следует отметить, что действие аммофоса усиливало действие изучаемых удобрений, повышая содержание клейковины в зерне яровой твердой пшеницы на 2,5–3,7 % соответственно. Как и на вспашке, действие удобрений Страда N и Азофит при внесении аммофоса было практически идентичным. Разница в их действии составляла всего 0,1 % клейковины.

Содержание белка в зерне яровой пшеницы на контроле, при минимальной обработки почвы, составляло 13,1 %. Под действием минеральных и микробиологических удобрений отмечали повышение этого показателя на 0,5–2,0 % белка. При внесении только аммофоса отмечали наименьшую прибавку относительно неудобренного варианта, повышая содержание белка до 13,4 %, или всего на 0,3 %. Следует отметить, что действие Аммофоса усиливало действие минеральных и микробиологических препаратов, обеспечивая прибавку содержания белка в зерне пшеницы до 14,3–15,1 % (на 1,4–2,7 % белка). Следует отметить, что действие удобрений Страда N и Азофит при внесении аммофоса было идентичным.

На минимальной обработке почвы зерно яровой пшеницы в среднем за три года исследований относилось к первому и второму классу качества. Действие аммофоса усиливало эффект листовой подкормки минеральными и микробиологическими удобрениями, обеспечивая повышение качества зерна до первого класса.

Результаты исследований, проведенных в 2020–2022 гг., показали, что на повышение продуктивности яровой пшеницы достоверное влияние оказывают как способы обработки почвы, так и виды применяемых минеральных и микробиологических удобрений (табл. 2).

На отвальной обработке почвы урожайность зерна яровой твердой пшеницы варьировала от 1,24 до 1,7 т/га. Минимальный эффект наблюдали от действия жидких минеральных и микробиологических удобрений в качестве некорневой подкормки без применения аммофоса. В результате их внесения в среднем за годы исследований урожайность культуры равнялась 1,34–1,38 т/га. Разница с неудобренным вариантом составляла 0,10–0,14 т/га, или 8,06–11,56 %. Внесение только аммофоса обеспечивало несколько больший эффект относительно контрольного варианта, повышая анализируемый показатель до 1,41 т/га, т.е. разница составляла 0,17 т/га, или 13,98 %. Совместное внесение гранулированных, жидких минеральных и микробиологических удобрений да-

© Денисов К. Е., Гераскина А. А., Никитин А. Н., Кондаков К. С., 2023

Таблица 2

Урожайность яровой твердой пшеницы в среднем за три года, 2020–2022 гг.

Вариант опыта		Урожайность т/га				Прибавка к контролю	
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее	т/га	%
Вспашка	Контроль	0,60	1,50	1,62	1,24	–	–
	Азофит	0,68	1,65	1,82	1,38	0,14	11,56
	Страда N	0,73	1,63	1,76	1,37	0,13	10,75
	Микроэл	0,70	1,60	1,72	1,34	0,10	8,06
	Аммофос	0,65	1,71	1,88	1,41	0,17	13,98
	Азофит + аммофос	0,75	1,95	2,18	1,63	0,39	31,18
	Страда N + аммофос	0,80	2,05	2,28	1,71	0,47	37,90
	Микроэл + аммофос	0,78	1,87	2,08	1,58	0,34	27,15
Минимальная	Контроль	0,45	1,20	1,40	1,02	–	–
	Азофит	0,49	1,38	1,66	1,18	0,16	15,74
	Страда N	0,55	1,36	1,60	1,17	0,15	15,08
	Микроэл	0,53	1,31	1,58	1,14	0,12	12,13
	Аммофос	0,48	1,39	1,63	1,17	0,15	14,75
	Азофит + аммофос	0,56	1,70	2,01	1,42	0,41	40,00
	Страда N + аммофос	0,64	1,65	1,95	1,41	0,40	39,02
	Микроэл + аммофос	0,61	1,62	1,93	1,39	0,37	36,39
Среднее по фактору А		А1 – 1,45; А2 - 1.24					
Среднее по фактору В		В1 –1.13; В2 –1.28; В3 –1.27; В4–1.23; В5 – 1.29; В6 –1.53; В7 –1.56; В8 - 1.48					
НСР05 для част. средних		0,079					
НСР05 по фактору А		0,028					
НСР05 по фактору В		0,056					
НСР05 по фактору АВ		Фф<Ft					

вало максимальную прибавку относительно контроля. Максимальная урожайность получена при внесении аммофоса и Страда N – на этом варианте урожайность достигала 1,71 т/га, что было выше неудобренного варианта на 0,47 т/га, или на 37,90 %. При внесении Микроэла и Азофита совместно с аммофосом урожайность составляла 1,58 и 1,63 т/га соответственно по вариантам опыта.

В среднем за 2020–2022 гг. на минимальной обработке почвы урожайность зерна яровой твердой пшеницы изменялась от 1,02 т/га на контроле до 1,42 т/га на варианте с совместным внесением Азофита в качестве некорневой подкормки и минерального гранулированного удобрения аммофос. Минимальную прибавку урожайности давало внесение микробиологического удобрения Микроэл без аммофоса – 0,12 т/га, или 12,13 %. При применении жидких минеральных удобрений Страда N и Азофит в качестве листовой подкормки без добавления аммофоса урожайность

© Денисов К. Е., Гераскина А. А., Никитин А. Н., Кондаков К. С., 2023

АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
05
2023

варьировала от 1,17 до 1,18 т/га, т.е. разница в их действии составляла всего 0,80 %. Внесение только минерального гранулированного удобрения повышало урожайность до 1,17 т/га, т.е. его действие было сравнимо с действием жидких минеральных удобрений. Это связано с большим различием по увлажненности годов исследования, в острозасушливом 2020 г. эффективнее повышало урожайность жидкое минеральное удобрение Страда N, а в более влажные микробиологическое Азофит. Также в засушливый год резко снижалась эффективность гранулированного минерального удобрения.

Внесение аммофоса в сочетании с некорневой подкормкой минеральными и микробиологическими удобрениями обеспечивало повышение урожайности культуры до 1,39–1,42 т/га, причем разница между действием удобрений, вносимых в качестве листовой подкормки, было достоверно не различимым, что также связано с особенностью действия препаратов в различные по увлажненности годы.

Заключение. Таким образом, в ходе исследований установлено, что независимо от способа основной обработки почвы предпосевное внесение аммофоса усиливало действие минеральных и микробиологических удобрений, применяемых в качестве листовой подкормки растений в фазы кущения и колошения, повышая качество зерна и урожайность яровой твердой пшеницы. На вспашке при внесении аммофоса и некорневой подкормке растений микробиологическим удобрением Азофит содержание клейковины повышалось до 30,7 %, белка – до 17,2 %, что было выше контрольного варианта на 5,7 и 2,9 % клейковины и белка соответственно. При двукратной листовой подкормке посевов яровой твердой пшеницы Страда N и внесении аммофоса урожайность культуры повышалась до 1,71 т/га.

На минимальной обработке почвы наиболее эффективным агроприемом оказалось внесение аммофоса и некорневая подкормка растений микробиологическим удобрением Азофит. На этом варианте содержание клейковины повышалось до 27,4 %, белка – до 15,8 %, что было выше контрольного варианта на 4,8 и 2,7 % соответственно, а урожайность составила 1,42 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горянин О. И. Возделывание полевых культур в среднем Заволжье. Самара, 2018. 345 с.

2. Денисов Е. П., Солодовников А. П., Биктеев Р. К. Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании яровой пшеницы // Нива Поволжья. 2011. № 3(20). С. 21–25.

3. Носкова Е. В. Действие систем обработки почвы и удобрений на агрохимические показатели плодородия и урожайность яровой пшеницы // Вестник АПК Верхневолжья. 2020. № 4 (52). С. 17–22.

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.

REFERENCES

1. Goryanin O. I. Cultivation of field crops in the middle Trans-Volga region. Samara, 2018. 345 p. (In Russ.).

2. Denisov E. P., Solodovnikov A. P., Bikteev R. K. Efficiency of energy-saving tillage in the cultivation of spring wheat. *Niva Povolzhya.* 2011; 3 (20): 21–25. (In Russ.).

3. Noskova E. V. The effect of soil treatment systems and fertilizers on agrochemical indicators of fertility and productivity of spring wheat. *Vestnik APK Verkhnevolzhya*. 2020; 4 (52): 17–22. (In Russ.).

4. Dospekhov B. A. Methods of field experience. Moscow, 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.).

Статья поступила в редакцию 14.01.2023; одобрена после рецензирования 05.02.2023; принята к публикации 25.02.2023.

The article was submitted 14.01.2023; approved after reviewing 05.02.2023; accepted for publication 25.02.2023.

© Денисов К. Е., Гераскина А. А., Никитин А. Н., Кондаков К. С., 2023