

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ВОДОРАСТВОРИМОГО УДОБРЕНИЯ «АКВАРИН 5»

С. А. Бахвалова, младший научный сотрудник отдела инновационных разработок в растениеводстве, ORCID ID: 0000-0001-5559-3817;

Х. А. Пискунова, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела инновационных разработок в растениеводстве;

А. В. Федорова, старший научный сотрудник отдела инновационных разработок в растениеводстве, ORCID ID: 0000-0002-9201-552X

Костромской НИИСХ – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха»,

156543, г. Кострома, с. Минское, ул. Куколевского, 18; e-mail: kniish.dir@mail.ru

Исследования по изучению влияния хелатного комплекса «Акварин 5» на урожайность и качество зерна проводили в 2017–2019 гг. на дерново-подзолистой почве на яровой пшенице сортов Дарья (стандарт), Сударыня, Ладья, Каменка. Целью исследований являлось определение эффективности выпускаемого местной промышленностью области водорастворимого минерального удобрения с комплексом микроэлементов «Акварин 5» на урожайность и качество зерна различных сортов яровой пшеницы. Наиболее высокая урожайность зерна получена при внесении минеральных удобрений в сочетании с подкормкой растений «Акварин 5» в дозе 3 кг/га. Увеличение урожайности в сравнении с контролем составило 0,53–0,64 т/га при НСР_{0.5} 0,19–0,24 т/га. Подкормка яровой пшеницы водорастворимым удобрением в чистом виде повышала содержание белка в зерне в сравнении с контрольным вариантом на 0,27–0,94%, а при внесении «Акварин 5» по N₂₆P₃₈K₃₈ фону этот показатель возрос до 9,69–11,09%. При обработке посевов «Акварин 5» в чистом виде в дозе 1,5 и 3,0 кг/га содержание клейковины в зерне на всех сортах увеличилось до 18,71–20,30% (на контроле – 17,71–18,91%). Обработка вегетирующих растений препаратом «Акварин 5» по фону минеральных удобрений обеспечила получение зерна пшеницы с клейковиной 19,89–21,26%. При обработке посевов яровой пшеницы водорастворимым комплексом «Акварин 5» снижается себестоимость зерна на 14,4–17,5%, увеличивается рентабельность на 17,7–22,6 п.п., чем в контроле.

Ключевые слова: яровая пшеница, водорастворимые удобрения, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: Бахвалова С. А., Пискунова Х. А., Федорова А. В. Повышение качества зерна яровой пшеницы при применении водорастворимого удобрения «Акварин 5» // Зерновое хозяйство России. 2021. № 1(73). С. 73–77. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-73-1-73-77.



IMPROVING OF SPRING WHEAT GRAIN QUALITY WHEN USING THE WATER-SOLUBLE FERTILIZER “AKVARIN 5”

S. A. Bakhvalova, junior researcher of the department of innovative technologies in plant-breeding, ORCID ID: 0000-0001-5559-3817;

Kh. A. Piskunova, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the department of innovative technologies in plant-breeding;

A. V. Fedorova, senior researcher of the department of innovative technologies in plant-breeding, ORCID ID: 0000-0002-9201-552X

Kostroma RIA, a branch of the Federal Research Center of Potato named after A.G. Lorkh, 156543, Kostroma, v. of Minskoe, Kukolevsky Str., 18; e-mail: kniish.dir@mail.ru

The study of the effect of the chelate complex “Akvarin 5” on grain productivity and quality was conducted on sod-podzolic soil in 2017–2019. The objects of the study were the spring wheat varieties ‘Daria’ (a standard), ‘Sudarynya’, ‘Ladya’, ‘Kamenka’. The purpose of the study was to determine the efficiency of the water-soluble mineral fertilizer with a complex of microelements “Akvarin 5”, produced by the local industry, on grain productivity and quality of various spring wheat varieties. The highest grain productivity was obtained with the use of mineral fertilizers in combination with additional fertilizing of 3 kg/ha of “Akvarin 5”. The productivity increase was 0.53–0.64 t/ha with 0.19–0.24 t/ha of HCP_{0.5} in comparison with the control. Spring wheat additional fertilizing with water-soluble fertilizer in its pure form increased protein in grain on 0.27–0.94% in comparison with the control, and when fertilizing “Akvarin 5” according to the N₂₆P₃₈K₃₈ background, this indicator increased to 9.69–11.09%. When treating sowings with 1.5 and 3.0 kg/ha of “Akvarin 5” in its pure form, gluten content in grain increased to 18.71–20.30% in all varieties (in the control it was 17.71–18.91%). Treating of growing plants with “Akvarin 5” against the background of mineral fertilizers promoted the varieties to form grain with 19.89–21.26% of gluten. When treating spring wheat sowings with the water-soluble complex “Akvarin 5”, the cost of grain reduced by 14.4–17.5%, profitability raised on 17.7–22.6 in comparison with the control.

Keywords: spring wheat, water-soluble fertilizers, productivity, grain quality.

Введение. Яровая пшеница является ценнейшей зерновой культурой как в России, так и за рубежом. Зерно этой культуры используется для различных целей в пищевой про-

мышленности, а также в животноводческой отрасли в качестве высококонцентрированного корма. Из некачественного зерна невозможно вырабатывать хорошие хлебные из-

деля, макароны и крупы (Ненайденко, 2018). Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами играет важную роль в формировании урожая, т.к. дефицит элементов питания отражается на урожайности и качестве зерна. Оптимизация питания растений помогает раскрыть потенциал сорта, особенно в стрессовых ситуациях (Глуховцев и Санина, 2015). Возделывание в Нечерноземной зоне сортов яровой пшеницы немчиновской селекции, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, позволяет получать высокие урожаи качественного зерна (Лобода и Давыдова, 2015). Изучение элементов технологии возделывания яровой пшеницы, направленных на повышение урожайности и качества зерна, является одной из главных задач для сельскохозяйственного производства. К одному из таких приемов относится подбор и внедрение в производство новых сортов яровой пшеницы, а также оптимальное внесение микро- и макроэлементов (Кондратенко и др., 2016).

Цель исследований – определить эффективность выпускаемого местной промышленностью области водорастворимого минерального удобрения с комплексом микроэлементов «Акварин 5» на урожайность и качество зерна различных сортов яровой пшеницы.

Материалы и методы исследований. В 2017–2019 гг. на опытном поле ФГБНУ ВНИИКС им. А. Г. Лорха проводили исследования по влиянию на урожайность хелатного комплекса «Акварин 5», применяемого в качестве внекорневой подкормки на посевах яровой пшеницы. Эффективность использования комплексного полностью растворимого минерального удобрения «Акварин 5» (Буйский химический завод) наиболее явно проявляется в качестве некорневых подкормок для зерновых культур. Результаты исследований показали, что «Акварин 5» оказывает положительное действие на урожайность зерновых культур. В хелатной форме «Акварин 5» содержится

полный набор микроэлементов, а содержание хлора и его соединений, которые неблагоприятно влияют на рост и развитие растений, отсутствуют (Пискунова и Федорова, 2018, 2019). Минеральное удобрение «Акварин 5» могут вносить баковыми смесями с азотными подкормками, обработкой гербицидами, фунгицидами и инсектицидами. Они не вступают в реакцию с вышеуказанными препаратами и, как следствие, не образуют осадка (Пособие для агрономов, 2006).

Для проведения исследований влияния на урожайность и качество зерна были выбраны сорта яровой мягкой пшеницы Дарья, Сударыня, Ладья, Каменка. Норма высева – 5,0 млн всхожих зерен на гектар. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, на покровном суглинке. Пахотный слой характеризуется следующими показателями: содержание гумуса – 1,70–1,92 (по Тюрину), pH солевой вытяжки – 5,58 (потенциометрически), подвижные формы (в вытяжке Кирсанова): P_2O_5 – 304,0 мг/кг и K_2O – 147 мг/кг почвы, гидролитическая кислотность – 2,74 мг-экв/100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 12,62 мг-экв/100 г почвы (по Каппену-Гильковицу).

В почву под культивацию вносили минеральные удобрения (азофоску). От сорняков посевы обрабатывали гербицидом Агритокс (1 л/га). Агротехника возделывания яровой пшеницы общепринятая для области.

Оценку качества зерна яровой пшеницы проводили согласно стандартам: содержание белка (%) – ГОСТ 10846-91; клейковины (%) – ГОСТ 27839-88; качество клейковины определяли на приборе ИДК. Общую стекловидность зерна определяли по результатам среза зерна.

В опыте по каждому сорту пшеницы изучали действие внекорневой подкормки «Акварин 5» в разных дозах в чистом виде и по фону минеральных удобрений (табл. 1).

1. Схема опыта 1. Scheme of the trial

Номер варианта	Варианты опыта
1	Контроль (без удобрений)
2	«Акварин 5» в дозе 1,5 кг/га в фазу выхода в трубку
3	«Акварин 5» в дозе 3,0 кг/га в фазу выхода в трубку
4	$N_{26}P_{38}K_{38}$ под культивацию и «Акварин 5» в дозе 1,5 кг/га в фазу выхода в трубку
5	$N_{26}P_{38}K_{38}$ под культивацию и «Акварин 5» в дозе 3,0 кг/га в фазу выхода в трубку
6	$N_{26}P_{38}K_{38}$ – в чистом виде под культивацию

Для более точной оценки влияния минеральных удобрений и подкормок хелатным комплексом на урожайность и качество зерна яровой пшеницы проводили сравнение с контрольным участком, где минеральные удобрения не вносили и не использовали «Акварин 5».

Результаты и их обсуждение. Трехлетние исследования с «Акварин 5» на яровой пшенице показали, что от его действия повышается урожайность зерна (табл. 2).

За годы исследований урожайность у всех сортов по вариантам опыта была примерно на одном уровне. Применение «Акварин 5» в дозе 1,5 кг/га не дало ожидаемого эффекта, увеличение урожайности зерна в этом варианте недостоверно.

Подкормка водорастворимым удобрением с набором микроэлементов в дозе 3,0 кг/га дала прибавку в урожайности зерна 0,25–0,31 т/га на всех исследуемых сортах яро-

вой пшеницы, а при внесении минеральных удобрений повышение урожайности зерна составило 0,44–0,51 т/га (вариант 6). Наиболее высокая урожайность зерна получена при со-

вместном применении минеральных удобрений и «Акварин 5». Достоверная прибавка зерна составила 0,53–0,64 т/га.

2. Урожайность зерна яровой пшеницы, т/га (2017–2019 гг.) 2. Spring wheat grain productivity, t/ha (2017–2019)

Номер варианта	Сорта яровой пшеницы							
	Дарья (стандарт)		Сударыня		Ладья		Каменка	
	урожайность	+/-	урожайность	+/-	урожайность	+/-	урожайность	+/-
1	1,22	–	1,25	–	1,26	–	1,30	–
2	1,36	+0,14	1,40	+0,15	1,44	+0,18	1,45	+0,15
3	1,47	+0,25	1,53	+0,28	1,57	+0,31	1,57	+0,27
4	1,59	+0,37	1,68	+0,43	1,68	+0,42	1,72	+0,42
5	1,75	+0,53	1,83	+0,58	1,90	+0,64	1,90	+0,60
6	1,66	+0,44	1,76	+0,51	1,75	+0,49	1,79	+0,49
НСР _{0,5} , т/га	0,23		0,19		0,19		0,24	

Исследования показали, что при опрыскивании яровой пшеницы «Акварин 5» в чистом виде формируется зерно с массой 1000 зерен 31,7–34,4 г, а на контроле – 28,3–29,4 г. Еще более увеличивается масса 1000 зерен при подкормке «Акварин 5» по фону минеральных удобрений (32,6–34,8 г).

При оценке качества зерна особое внимание обращают на стекловидность, количество

и качество белка и клейковины. Чем выше стекловидность зерна, тем больше выход муки лучшего качества. Белок характеризует пищевую ценность зерна, а качество клейковины является основным показателем в определении хлебопекарных свойств муки.

Были проведены исследования по определению стекловидности зерна, результаты которых представлены в таблице 3.

3. Стекловидность зерна яровой пшеницы, % (2017–2019 гг.) 3. Hardness of spring wheat grain, % (2017–2019)

Сорт	Варианты опыта						НСР _{0,5}
	1	2	3	4	5	6	
Дарья	30,2	36,5	41,0	42,0	44,3	42,7	2,9
Сударыня	32,8	39,0	42,0	43,5	46,0	44,3	2,5
Ладья	38,7	47,0	52,7	51,8	56,3	54,8	3,4
Каменка	35,0	41,8	45,5	46,7	49,5	46,8	3,7

Стекловидность зерна повышается на 6,2–14,0% при обработке посевов яровой пшеницы хелатным комплексом в чистом виде в дозе 1,5 и 3,0 кг/га. Более стекловидное зерно получено в варианте с «Акварин 5» в дозе 3 кг/га по фону $N_{26}P_{38}K_{38}$ – 44,3–56,3%, что на 13,2–17,6% выше, чем в контрольном ва-

рианте. У сорта Ладья выявлен наиболее высокий процент стекловидности зерна.

На фоне минерального питания в среднем за годы исследований содержание сырого белка колебалось от 9,63 до 10,27%, а при совместном применении с «Акварин 5» оно повышалось с 9,69 до 11,09% (табл. 4).

4. Качественные показатели зерна яровой пшеницы (2017–2019 гг.) 4. Quality indicators of spring wheat grain (2017–2019)

Номер варианта	Сорта яровой пшеницы											
	Дарья (стандарт)			Сударыня			Ладья			Каменка		
	содержание,%		ИДК ед. измерения	содержание,%		ИДК ед. измерения	содержание,%		ИДК ед. измерения	содержание,%		ИДК ед. измерения
	белок	сырая клейковина		белок	сырая клейковина		белок	сырая клейковина		белок	сырая клейковина	
1	8,97	17,71	86	9,12	17,96	84	9,33	18,91	79	8,97	17,90	81
2	9,29	18,71	83	9,39	18,94	82	9,74	19,30	76	9,44	19,11	79
3	9,58	19,21	79	9,82	19,56	81	10,23	20,30	70	9,91	19,81	76
4	9,69	19,61	77	10,17	20,51	76	10,89	20,79	72	10,32	20,35	71
5	9,81	19,89	75	10,23	20,69	73	11,09	21,26	64	10,49	20,75	67
6	9,63	19,68	78	9,83	20,44	76	10,27	20,82	67	9,79	20,06	73
НСР _{0,5}	0,37	1,31	5,3	0,31	1,09	3,4	0,51	1,13	4,5	0,45	1,18	4,3

При обработке посевов хелатным комплексом «Акварин 5» в чистом виде содержание клейковины повысилось до 18,71–20,30% на всех сортах яровой пшеницы, а на контрольном варианте оно было 17,71–18,91%. Подкормка яровой пшеницы препаратом «Акварин 5» по фону минеральных удобрений способствовала получению зерна пшеницы с клейковиной 19,61–21,26%. Содержание клейковины в зерне сортов Сударыня, Ладья и Каменка превысило сорт Дарья, взятый за стандарт, на 0,19–1,37%. По классификационным нормам пшеницы всех сортов относятся к пшеницам-филлерам, по ка-

честву клейковины ко II группе – удовлетворительная слабая, кроме вариантов с совместным применением минеральных удобрений и «Акварин 5». У сортов Ладья и Каменка зерно относится к I группе качества при опрыскивании хелатным комплексом в чистом виде в дозе 3 кг/га и по фону NPK.

Экономическая оценка применения водорастворимого удобрения «Акварин 5» на посевах яровой пшеницы показала, что данный прием приводит к снижению себестоимости зерна и увеличению рентабельности (табл. 5).

5. Эффективность выращивания яровой пшеницы 5. Efficiency of spring wheat cultivation

Показатель	Варианты опыта					
	1	2	3	4	5	6
Сорт Дарья						
Затраты на выращивание всего, тыс. руб./га	14,2	14,4	14,6	19,3	19,5	19,1
Себестоимость, руб./ц	1163,9	1058,8	993,2	1213,8	1114,3	1150,6
Рентабельность, %	3,1	13,3	20,8	-1,1	7,7	4,3
Сорт Сударыня						
Затраты на выращивание всего, тыс. руб./га	14,2	14,4	14,6	19,3	19,5	19,1
Себестоимость, тыс. руб./ц	1136,0	1028,6	954,2	1148,8	1065,5	1085,2
Рентабельность, %	5,6	16,7	25,8	4,5	12,6	10,6
Сорт Ладья						
Затраты на выращивание всего, тыс. руб./га	14,2	14,4	14,6	19,3	19,5	19,1
Себестоимость, тыс. руб./ц	1127,0	1000,0	929,9	1148,8	1026,3	1091,4
Рентабельность, %	6,5	20,0	29,1	4,5	16,9	10,0
Сорт Каменка						
Затраты на выращивание всего, тыс. руб./га	14,2	14,4	14,6	19,3	19,5	19,1
Себестоимость, тыс. руб./ц	1092,3	993,1	929,1	1122,1	1026,3	1067,0
Рентабельность, %	9,9	20,8	29,1	6,9	16,9	12,5

Анализ экономических данных показал, что применение «Акварин 5» на посевах яровой пшеницы приводит к снижению себестоимости зерна на 14,7–17,5%, увеличению рентабельности на 17,7–22,6 п.п., чем в контроле.

Выводы. Трехлетние исследования показали, что урожайность зерна повысилась на 0,53–0,64 т/га при подкормке вегетирующих растений яровой пшеницы водорастворимым удобрением «Акварин 5» в дозе 3 кг/га

по минеральному фону. Стекловидность зерна составила 44,3–56,3%, а содержание белка и клейковины возросло на 0,84–1,76% и 2,18–2,85% соответственно. Из возделываемых сортов яровой пшеницы повышенным качеством зерна выделяется сорт Ладья. Таким образом, для повышения урожайности и качества зерна яровой пшеницы следует проводить ее подкормку в фазу трубкования «Акварин 5» в дозе 3 кг/га по фону минеральных удобрений.

Библиографические ссылки

1. Глуховцев В. В., Санина Н. В. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Успехи современной науки и образования. 2015. № 4. С. 13–15.
2. Кондратенко Е. П., Егушова Е. А., Косолапова А. А., Сергеева И. А. Накопление белка и клейковины в зерне раннеспелых и среднеспелых сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 3(137). С. 17–22.
3. Лобода Б. П., Давыдова Н. В. Продуктивность и качество зерна новых сортов яровой пшеницы немчиновской селекции // Зерновое хозяйство России. 2015. № 2(38). С. 15–22.
4. Ненайденко Г. Н. Удобрение и повышение качества зерна пшеницы в Верхневолжье // Владимирский земледелец. 2018. № 2(84). С. 20–27.
5. Пискунова Х. А., Федорова А. В. Применение «Акварин 5» на посевах яровой пшеницы // Владимирский земледелец. 2018. № 3(85). С. 19–23.
6. Пискунова Х. А., Федорова А. В. Эффективность влияния подкормки «Акварин 5» на урожайность зерна яровой пшеницы и его качество // Вестник АПК Верхневолжья. 2019. № 2(46). С. 3–6.

References

1. Gluhovcev V. V., Sanina N. V. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy [The effect of mineral fertilizers on productivity and grain quality of spring wheat] // Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya. 2015. № 4. S. 13–15.

2. Kondratenko E. P., Egushova E. A., Kosolapova A. A., Sergeeva I. A. Nakoplenie belka i klejkoviny v zerne rannespelyh i srednespelyh sortov yarovoj pshenicy na seryh lesnyh pochvah [Accumulation of protein and gluten in grain of the early-ripening spring wheat varieties grown in the grey forestry soil] // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 3(137). S. 17–22.
3. Loboda B. P., Davydova N. V. Produktivnost' i kachestvo zerna novyh sortov yarovoj pshenicy nemchinovskoj selekcii [Productivity and grain quality of the new spring wheat varieties developed in the Nemchinovka] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2015. № 2(38). S. 15–22.
4. Nenajdenko G. N. Udobrenie i povyshenie kachestva zerna pshenicy v Verhnevolzh'e [Fertilizing and improving quality of wheat grain in the VerkhneVolzhie] // Vladimirskij zemledec. 2018. № 2(84). S. 20–27.
5. [Piskunova H. A.], Fedorova A. V. Primenenie «Akvarin 5» na posevah yarovoj pshenicy [Application of «Akvarin 5» in spring wheat] // Vladimirskij zemledec. 2018. № 3(85). S. 19–23.
6. [Piskunova H. A.], Fedorova A. V. Effektivnost' vliyaniya podkormki «Akvarin 5» na urozhajnost' zerna yarovoj pshenicy i ego kachestvo [The efficiency of the effect of «Akvarin 5» on spring wheat grain productivity and quality] // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. 2019. № 2(46). S. 3–6.

Поступила: 7.07.20; принята к публикации: 9.09.20.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Пискунова Х. А. – концептуализация исследования; Бахвалова С. А. – выполнение полевых/лабораторных опытов и сбор данных; Федорова А. В. – анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.