

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 631.635:631.583:574.4

doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_16

ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ОРЕНБУРГСКОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

Айслу Аскарвна Кутеева^{1✉}, Геннадий Фёдорович Ярцев²

¹Филиал ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Оренбургской области, Оренбург, Россия

²Оренбургский государственный аграрный университет, Оренбург, Россия

¹ais.kuteeva@gmail.com✉, <http://orcid.org/0000-0003-0881-2989>

²gf_yarcev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4441-7345>

Цель исследований – повышение урожайности зерна яровой пшеницы. В посевах яровой пшеницы в традиционных зонах её возделывания множество болезней ежегодно снижают урожай. Научный поиск путей защиты от болезней имеет высокую актуальность для обеспечения продовольственной независимости России и реализации её экспортного потенциала. Задача исследований – оценить прибавку урожайности зерна разнобиологических сортов яровой пшеницы и выявить наиболее эффективные препараты для предпосевной обработки семян. Исследования проводили в 2015-2018 гг. на учебно-опытном поле Оренбургского ГАУ, на чернозёмах южных среднесуглинистых. В схему опыта были включены сорта: Оренбургская 10 (твёрдая), Юго-Восточная 2 (мягкая), Л 503 (мягкая) и протравители семян: Сценник Комби (1,5 л/м), ТМТД+ (2,5 л/м), Турион (0,35 л/м), Раксил Ультра (0,25 л/м) и Фитоспорин М (1,0 л/м). Агротехника соответствовала зональной. Математическая обработка экспериментальных и статистических данных проводилась стандартными методами корреляционного анализа в Microsoft Office Excel. Самая высокая урожайность зерна отмечена в посевах пшеницы Юго-Восточная 2 (1,03 т/га), превысившая урожайность сортов Л-503 (0,91 т/га) и Оренбургская 10 (0,80 т/га) на 0,12 и 0,23 т/га (на 13,2 и 28,7%). Сорт пшеницы Юго-Восточная 2 оказался самым отзывчивым на применение протравителей семян. Средняя прибавка урожайности составила 0,15 т/га или 17,4%, что на 0,04 и 0,05 т/га (на 3,3 и 4,8 п.п.) больше, чем при применении тех же препаратов на сортах Оренбургская 10 и Л-503. Среди апробированных протравителей семян наиболее эффективными по влиянию на урожайность зерна твёрдой пшеницы оказались ТМТД+ (2,5 л/м) и Турион (0,35 л/м), в посевах мягкой пшеницы (в среднем по двум сортам) наибольшую прибавку урожайности обеспечили Турион (0,35 л/м) и Раксил Ультра (0,25 л/м).

Ключевые слова: протравители семян, яровая пшеница, урожайность.

Для цитирования: Кутеева А. А., Ярцев Г. Ф. Влияние протравителей семян на урожайность яровой пшеницы в степной зоне Оренбургского Предуралья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №1. С. 16–24. doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_16

AGRICULTURE

Original article

THE EFFECT OF SEED PROTECTANTS ON THE YIELD OF SPRING WHEAT IN THE STEPPE ZONE OF THE ORENBURG CIS-URALS REGION

Ajslu A. Kuteeva^{1✉}, Gennady F. Yartsev²

¹Branch of the Federal state budgetary institution «Russian agricultural center» in the Orenburg region, Orenburg, Russia

²Orenburg State Agrarian University, Orenburg, Russia

¹ais.kuteeva@gmail.com✉, <http://orcid.org/0000-0003-0881-2989>

²gf_yarcev@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4441-7345>

The purpose of the research is to increase the yield of spring wheat grain. In spring wheat crops in traditional areas of its cultivation, many diseases annually reduce the yield. The scientific search for ways to protect against diseases is of high relevance for ensuring Russia's food independence and realizing its export potential. The objective of the research is to evaluate the increase in grain yield of various varieties of spring wheat and to identify the most effective preparations for pre-sowing seed treatment. The studies were conducted in 2015-2018 on the educational and experimental field of the Orenburg State Agrarian University, on the chernozems of southern medium-sized heavy loamy soils. The scheme of the experiment included following varieties: Orenburg 10 (hard), South-Eastern 2 (soft), L-503 (soft) and seed protectants: Scenic Combi (1.5 l/t), TMTD+ (2.5 l/t), Turion (0.35 l/t), Raxil Ultra (0.25 l/t) and Phytosporin M (1.0 l/t). The agricultural equipment corresponded to the zonal one. Mathematical processing of experimental and statistical data was carried out by standard methods of correlation analysis in Microsoft Office Excel. The highest grain yield was noted in wheat crops of South-Eastern 2 (1.03 t/ha), exceeding the yield of varieties L-503 (0.91 t/ha) and Orenburg 10 (0.80 t/ha) by 0.12 and 0.23 t/ha (by 13.2 and 28.7%). The wheat variety South-East 2 turned out to be the most responsive to the use of seed protectants. The average increase in yield was 0.15 t/ha or 17.4%, which is 0.04 and 0.05 t/ha (3.3 and 4.8 percentage points) more than when using the same drugs on varieties Orenburg 10 and L-503. Among the tested seed protectants, TMTD+ (2.5 l/t) and Turion (0.35 l/t) were the most effective in influencing the yield of durum wheat grains, in soft wheat crops (on average for two varieties), Turion (0.35 l/t) and Raxil Ultra (0.25 l/t).

Keywords: seed protectants, spring wheat, yield.

For citation: Kuteeva, A. A. & Yartsev, G. F. (2023). The effect of seed protectants on the yield of spring wheat in the steppe zone of the Orenburg Cis-Urals region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 16–24 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_16

В традиционных регионах возделывания яровой пшеницы по всему миру наблюдается большое количество вредоносных болезней растений, существенно снижающих валовой урожай и формирующих вполне реальные риски продовольственной безопасности населения [1, 2]. К примеру, только в России за первое десятилетие XXI века средний недобор урожая зерна от болезней составил 18,3 млн т в год, а в разрезе отдельных лет варьировал от 8,5 до 25,0 млн т [3].

Одним из главных путей обеспечения производства продовольственного зерна в объёмах, достаточных для продовольственной независимости и реализации экспортного потенциала РФ, является эффективное использование биоклиматических ресурсов территории и генетического потенциала возделываемых сортов [4-8]. В соответствии с этим исключение потерь потенциального урожая зерновых культур, связанных с болезнями растений, имеет высокую актуальность [9].

Цель исследований – повышение урожайности зерна яровой пшеницы.

Задача исследований – оценить прибавку урожайности зерна разнобиологических сортов яровой пшеницы и выявить наиболее эффективные препараты для предпосевной обработки семян в условиях степной зоны Оренбургского Предуралья.

Материал и методы исследований. Исследования проводили в 2015-2018 гг. на учебно-опытном поле Оренбургского ГАУ на чернозёмах южных среднесуглинистых. В пахотном слое почвы чернозёмы содержат до 4,4% гумуса, 4,5 мг/100 г почвы – подвижного фосфора и 27 мг/100 г почвы – обменного калия. Реакция почвенного раствора близка к нейтральной (7,8) [10].

В схему опыта включены сорта яровой пшеницы: Оренбургская 10 (твёрдая), Юго-Восточная 2 (мягкая), Л 503 (мягкая) и протравители семян: Сценик Комби (1,5 л/т), ТМТД Плюс (2,5 л/т), Турион (0,35 л/т), Раксил Ультра (0,25 л/т) и Фитоспорин М (1,0 л/т) [11].

Агротехника соответствовала зональной. Полевые опыты сопровождалось фенологическими наблюдениями, определением полноты всходов и плотности продуктивного стеблестоя, фитометрических параметров, степени поражения растений корневыми гнилями, урожайности и качества зерна в соответствии с общепринятыми методиками.

В качестве наземной метеорологической информации использовали данные метеорологических станций Росгидромета [12]. Математическая обработка экспериментальных и статистических данных проводилась стандартными методами корреляционного анализа [13] в Microsoft Office Excel.

Результаты исследований. В результате проведённых в 2015 -2018 гг. исследований

установлено, что урожайность яровой пшеницы значительно изменялась под воздействием протравителей семян и существенно зависела от погодных условий. Характер и направление изменчивости урожайности определялись ещё и сортовыми особенностями культуры (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность зерна различных сортов яровой пшеницы по вариантам опыта, 2015-2018 гг.

Фактор В. Протравитель семян, норма расхода препарата	Фактор А. Урожайность зерна, т/га				
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Средняя
Оренбургская 10					
Контроль – б/о	0,79	0,39	0,75	0,91	0,71
Сценик Комби, 1,5 л/т	0,91	0,42	0,81	1,07	0,80
ТМТД+, 2,5 л/т	0,91	0,51	0,95	1,13	0,88
Турион, 0,35 л/т	0,82	0,43	0,83	1,25	0,83
Раксил Ультра, 0,25 л/т	0,84	0,42	0,82	1,23	0,83
Фитоспорин М, 1 л/т	0,77	0,42	0,76	1,02	0,74
<i>Средняя по сорту</i>	<i>0,84</i>	<i>0,43</i>	<i>0,82</i>	<i>1,10</i>	<i>0,80</i>
Юго-Восточная 2					
Контроль – б/о	0,85	0,80	0,82	1,18	0,91
Сценик Комби, 1,5 л/т	1,07	0,87	1,05	1,27	1,07
ТМТД+, 2,5 л/т	1,13	0,82	1,13	1,20	1,07
Турион, 0,35 л/т	1,14	0,88	1,25	1,15	1,11
Раксил Ультра, 0,25 л/т	1,27	0,81	1,29	1,21	1,15
Фитоспорин М, 1 л/т	0,92	0,68	0,86	1,18	0,91
<i>Средняя по сорту</i>	<i>1,06</i>	<i>0,81</i>	<i>1,07</i>	<i>1,20</i>	<i>1,03</i>
Л-503					
Контроль – б/о	0,63	0,79	0,87	1,17	0,87
Сценик Комби, 1,5 л/т	0,76	0,84	0,97	1,21	0,95
ТМТД+, 2,5 л/т	0,72	0,80	0,87	1,26	0,91
Турион, 0,35 л/т	0,73	0,88	0,99	1,36	0,99
Раксил Ультра, 0,25 л/т	0,74	0,81	0,89	1,20	0,91
Фитоспорин М, 1 л/т	0,63	0,68	0,86	1,14	0,83
<i>Средняя по сорту</i>	<i>0,70</i>	<i>0,80</i>	<i>0,91</i>	<i>1,22</i>	<i>0,91</i>
<i>Средняя по опыту</i>	<i>0,86</i>	<i>0,68</i>	<i>0,93</i>	<i>1,17</i>	<i>0,91</i>
<i>НСР₀₅, т/га, для фактора А</i>	<i>0,07</i>	<i>0,02</i>	<i>0,07</i>	<i>0,06</i>	
<i>для фактора В</i>	<i>0,05</i>	<i>0,01</i>	<i>0,05</i>	<i>0,04</i>	
<i>и взаимодействия АВ</i>					
<i>для частных средних</i>	<i>0,12</i>	<i>0,03</i>	<i>0,13</i>	<i>0,10</i>	

Примечание: б/о – без обработки семян.

Наивысшая урожайность – 1,36 т/га – была получена в 2018 г. на делянках сорта Л-503 при обработке семян протравителем Турион (0,35 л/т). При применении этого же препарата урожайность, превысившая 1,20 т/га, отмечена и на делянках сорта Оренбургская 10 (1,25 т/га) в том же году и на делянках сорта Юго-Восточная 2 (1,25 т/га) в 2017 г. Близкая к ним урожайность 1,23; 1,26; 1,27; 1,27 и 1,29 т/га в 2018 г. была получена соответственно в посевах сорта Оренбургская 10 при обработке семян препаратом Раксил Ультра (0,25 л/т), в посевах сорта Л-503 при применении протравителя семян ТМТД+ (0,35 л/т) и на делянках сорта Юго-Восточная 2 при обработке семян препаратом Сценик Комби (1,5 л/т), а также в посевах сорта Юго-Восточная 2 при использовании протравителя семян Раксил Ультра (0,25 л/т) в 2015 и 2017 годах.

Наименьшая урожайность отмечена в 2016 г. на контрольных делянках (без обработки семян) сорта Оренбургская 10 (0,39 т/га). Самой низкой оказалась и прибавка урожайности при применении протравителей семян, составившая по отдельным препаратам: 0,03 (Сценик Комби (1,5 л/т), Раксил Ультра (0,25 л/т), Фитоспорин (1, 0 л/т)) и 0,04 (Турион, 0,35 л/т) т/га.

В 2016 г. низкая за четырёхлетний период исследований урожайность наблюдалась и на экспериментальных делянках других сортов, оказавшаяся выше средней по сорту Оренбургская 10 (0,43 т/га) на 0,37 (Л-503) и 0,38 т/га (Юго-Восточная 2) и составившая в среднем по опыту 0,68 т/га.

Погодные условия 2016 г. характеризовались повышенными термическими ресурсами и высоким количеством атмосферных осадков за период вегетации яровой пшеницы. Так, сумма активных температур оказалась самой высокой за четырёхлетний период исследований (2603°C) и превысила среднееголетние значения (1990–2019 гг.) на 166°C или 6,8%. Самой высокой оказалась и среднесуточная температура воздуха ($21,2^{\circ}\text{C}$), с превышением нормы на $1,4^{\circ}\text{C}$ или 7,1%. На фоне относительно невысокого количества осадков (114 мм), на 40 мм (или 26,0%) меньшего среднегоголетних значений, сложились крайне напряжённые условия увлажнения, особенно в июне и июле, когда ГТК Селянинова был ниже 0,4 единиц (0,24–0,34), свидетельствуя о сухих гидротермических условиях. В дополнение к этому за весь период вегетации яровой пшеницы не было отмечено ни одного агрономически ценного дождя (более 10 мм). Осадки выпадали небольшими количествами (0,3–7,4 мм), что при высокой солнечной инсоляции значительно снижало их эффективность.

В 2015, 2017 и 2018 гг. средняя по опыту урожайность испытываемых сортов была выше, чем в 2016 г., на 0,18, 0,25 и 0,49 т/га (или 24,4, 36,7 и 72,1%) соответственно, в целом же за период исследований оказалась равной 0,91 т/га.

В 2015 г. отмечено самое высокое количество атмосферных осадков за вегетационный период яровой пшеницы (155 мм), оказавшееся равным среднееголетним значениям (154 мм). Осадки выпадали крайне небольшими количествами (0,1–5,4 мм) и, как и в 2016 г., на фоне высокой среднесуточной температуры воздуха ($20,4^{\circ}\text{C}$) не создавали благоприятных условий увлажнения. Особенно напряжённый гидротермический режим сложился в июне и июле, когда ГТК Селянинова составил только 0,29–0,43 единицы. Особенностью 2015 г. было самое незначительное количество осадков холодного периода, предшествующего посеву (октябрь – март), составившее 118 мм или 67,8% от среднееголетних значений и не обеспечившее эффективного пополнения почвенных влагозапасов.

В 2017 и 2018 гг., отличившихся более высокой урожайностью, чем предыдущие два года, отмечена заметно снизившаяся среднесуточная температура воздуха в период вегетации яровой пшеницы, составившая $19,6$ и $19,7^{\circ}\text{C}$ соответственно. Сумма активных температур воздуха не превышала нормы, особенно в 2017 г., когда она была ниже среднееголетних значений на 31°C . При меньшем на 35 мм (или 22,5%) количестве атмосферных осадков периода вегетации в 2017 г. они характеризовались высокой приближённостью к норме в особенно ответственные месяцы: 103% от среднееголетних значений в мае, 89,7% в июне и 75,0% в июле. Достаточно близким к норме (174 мм) режим увлажнения оказался и в предшествующий посеву холодный период (с октября по март) – в виде дождя и снега выпало 170 мм осадков или 97,7% от нормы. Указанные особенности метеорологических условий 2017 г., при традиционной для зоны исследований засушливости климата, обеспечили, в сравнении с предшествующими годами (2015 и 2016 гг.), более комфортные условия произрастания яровой пшеницы и способствовали более высокой реализации её урожайного потенциала. Между тем следует отметить и негативные факторы, помешавшие ещё более высокой реализации потенциала продуктивности исследуемых сортов. Среди них следует отметить длительные междождевые периоды в критические фазы, к примеру, с 23 июня по 11 июля (выход в трубку-колошение), а также с 20 июля по 30 августа (формирование и налив зерна), когда за 40 дней выпало только 5,3 мм осадков.

Отличительной метеорологической особенностью 2018 г., при достаточно напряжённом гидротермическом режиме вегетации в целом, а также по периодам вегетации в отдельности, стало меньшее, в сравнении со среднееголетними значениями, количество активных температур (2418°C). Меньшей, только на $0,1^{\circ}\text{C}$ превысившей показателя 2017 г., была среднесуточная температура воздуха ($19,7^{\circ}\text{C}$). Существенным дополнением невысокого, составившего только 96 мм (или 62,3% от среднееголетних значений), количества атмосферных осадков периода вегетации, стало близкое к среднееголетним значениям количество осадков осенне-зимнего периода, предшествующего посеву – 165 мм (или 94,2%). Летние осадки, не самые обильные за период исследований, выпадали в агрономически ценных количествах (более 10 мм), значительно снижая напряжённость в критические фазы развития яровой пшеницы: 18,3 мм – 11 мая (всходы – кущение), 15,3 мм – 6 июня (выход в трубку-колошение), 15,8 мм – 18 июля (цветение – налив зерна). Приведённые особенности увлажнения и температурного режима периода вегетации 2018 г. позволили растениям

яровой пшеницы более полно реализовать свой генетический потенциал, чем в предыдущие годы, несмотря на то, что гидротермические (по ГТК Селянинова) условия весенне-летнего периода были самыми напряжёнными из четырех лет полевых исследований.

В разрезе сортов самая высокая урожайность зерна, в среднем по всем протравителям семян, отмечена в посевах пшеницы Юго-Восточная 2 (1,03 т/га), превысившая урожайность сортов Л-503 (0,91 т/га) и Оренбургская 10 (0,80 т/га) на 0,12 и 0,23 т/га или 13,2 и 28,7%.

Следует отметить и более высокую продуктивность мягкой пшеницы (в среднем по сортам Л-503 и Юго-Восточная 2), превзошедшую по урожайности зерна твёрдую пшеницу (Оренбургская 10) на 0,13 т/га (или 15,5%).

Среди апробированных протравителей семян наиболее эффективными по влиянию на урожайность зерна оказались Турион (0,35 л/т), Раксил Ультра (0,25 л/т), ТМТД+ (2,5 л/т) и Сценик Комби (1,5 л/т), обеспечившие за период исследований в среднем по трём сортам примерно равную урожайность зерна – 0,94-0,97 т/га, превысившую контроль на 0,11, 0,12, 0,13 и 0,14 т/га или 13,2, 14,4, 15,6 и 16,8%, соответственно.

В этом отношении применение Фитоспорина М (1 л/т) оказалось неэффективным и сопровождалось даже снижением урожайности по отношению к контролю (табл. 2).

Таблица 2

Урожайность зерна яровой пшеницы при применении различных протравителей семян, средняя по трём сортам, 2015-2018 гг.

Вариант опыта	Урожайность зерна, т/га				
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Средняя
Контроль – б/о	0,75	0,66	0,81	1,08	0,83
Сценик Комби, 1,5 л/т	0,91	0,71	0,94	1,18	0,94
ТМТД +, 2,5 л/т	0,92	0,71	0,98	1,19	0,95
Турион, 0,35 л/т	0,89	0,73	1,02	1,25	0,97
Раксил Ультра, 0,25 л/т	0,95	0,68	1,00	1,21	0,96
Фитоспорин М, 1 л/т	0,77	0,62	0,83	1,11	0,82
Средняя по опыту	0,86	0,68	0,93	1,17	0,91

Примечание: б/о – без обработки семян.

В результате детального анализа временной и пространственной динамики урожайности выявлена существенная вариабельность её прибавки при применении различных протравителей семян в разрезе исследуемых сортов яровой пшеницы.

Наибольшая прибавка урожайности к контролю (без обработки семян) в среднем за четыре года исследований (2015-2018 гг.), составившая 0,24 т/га или 27,6%, получена при предпосевной обработке семян пшеницы сорта Юго-Восточная 2 препаратом Раксил Ультра (0,25 л/т). Очень близкая (0,20 т/га), только на 0,04 т/га или 4,1 п.п. (процентных пункта) меньшая, прибавка урожайности отмечена на делянках этого же сорта при применении протравителя семян Турион (0,35 л/т). Достаточно высокое отклонение от контроля, составившее 0,16 т/га или 17,5 и 18,7%, соответственно, обеспечило и протравливание семян препаратами Сценик Комби (1,5 л/т) и ТМТД + (2,5 л/т). Положительного эффекта от применения препарата Фитоспорин М (1 л/т) не выявлено, прибавка урожайности оказалась близкой к нулю с отрицательной направленностью в отдельные годы.

В целом сорт пшеницы Юго-Восточная 2 в сложившихся метеорологических условиях оказался самым отзывчивым на применение протравителей семян. Средняя по сорту прибавка урожайности составила 0,15 т/га или 17,4%, что на 0,04 и 0,05 т/га или 3,3 и 4,8 п.п. больше, чем при применении тех же препаратов на сортах Оренбургская 10 и Л-503, соответственно

В разрезе отдельных препаратов конкуренцию сорту Юго-Восточная 2 по прибавке урожайности составил только сорт Оренбургская 10. При предпосевной обработке семян препаратом ТМТД+ (2,5 л/т) отклонение урожайности от контроля в абсолютном выражении было практически таким же (0,17 т/га), а в относительном выражении оказалось даже на 5,4 п.п. выше (рис. 1).

Протравливание семян препаратами Раксил Ультра (0,25 л/т) и Турион (0,35 л/т) обеспечило высокую прибавку урожайности в посевах сорта Оренбургская 10, оказавшуюся равной 0,12 т/га

(14,4 и 15,5%). Эффективность Сценика Комби (1,5 л/т) и особенно Фитоспорина М (1 л/т) была значительно ниже, прибавка урожайности оказалась равной только 0,09 и 0,03 т/га, что на 12,0 и 19,5 п.п. меньше, чем при применении ТМТД+ (2,5 л/т).

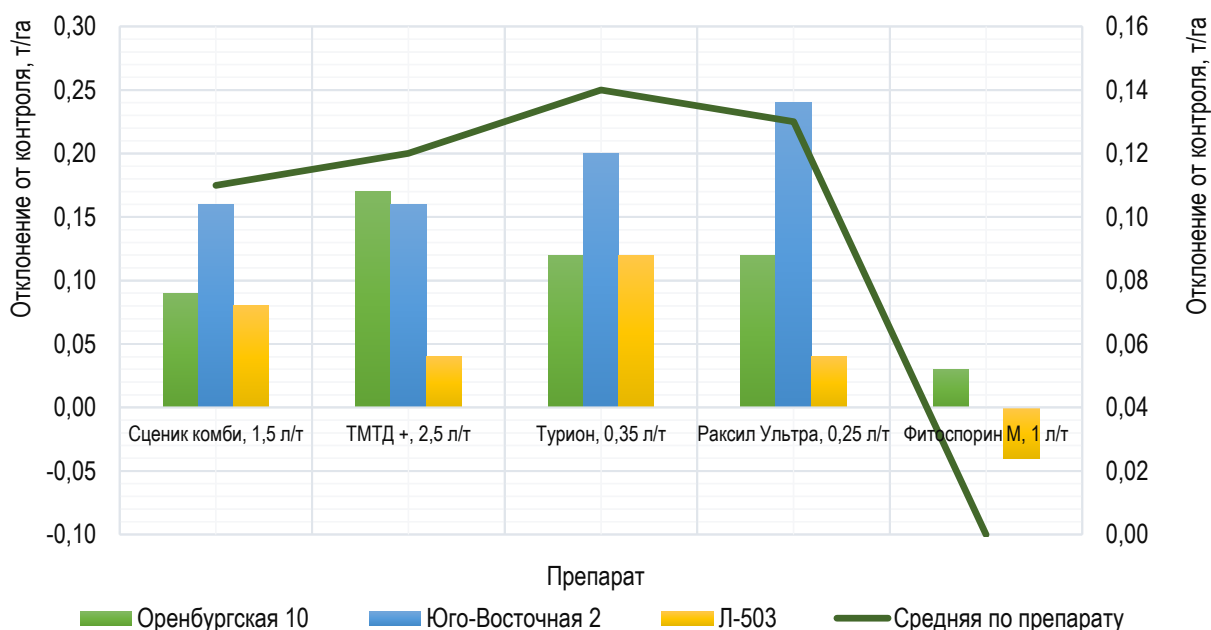


Рис. 1. Прибавка урожайности зерна яровой пшеницы при обработке семян различными протравителями, т/га, среднее за 2015-2018 гг.

Влияние предпосевной обработки семян на урожайность пшеницы сорта Л-503 было самым низким за четырёхлетний период. Только при применении протравителя Турион (0,35 л/т) прибавка урожайности оказалась равной прибавке сорта Оренбургская 10 (0,12 т/га), однако в относительном выражении она была ниже на 1,3 п.п. При применении препарата Фитоспорин М (1 л/т) наблюдалась отрицательная к контролю прибавка урожайности, составившая 0,04 т/га или 4,3%.

В разрезе отдельных лет наибольшая в полевом эксперименте прибавка урожайности, составившая 0,42 и 0,47 т/га или 49,4 и 57,3%, получена при протравливании семян пшеницы Юго-Восточная 2 препаратом Раксил Ультра (0,25 л/т) под посев 2015 и 2017 гг. В 2015 и 2017 гг. высокие прибавки, на уровне 0,28 и 0,31 т/га (или 33,0 и 37,8%), 0,29 и 0,43 т/га (или 34,1 и 52,4%), отмечены на этом же сорте и при использовании препаратов ТМТД (2,5 л/т) и Турион (0,35 л/т).

Высокие прибавки урожайности отмечены и при обработке семян пшеницы Оренбургская 10 препаратами Турион (0,35 л/т) и Раксил Ультра (0,25 л/т) в 2018 г.

Самая высокая прибавка урожайности по сорту Л-503 отмечена в 2018 г. Она составила 0,19 т/га или 16,2% по отношению к контролю при применении препарата Турион (0,35 л/т), что оказалось ниже на 0,28 т/га или на 41,1 п.п. лучшего в опыте результата.

При сравнении видов пшеницы по их отзывчивости на протравливание семян более высокая прибавка урожайности получена на делянках твёрдой пшеницы Оренбургская 10 (0,11 т/га или 14,1%), нежели в среднем по двум сортам мягкой пшеницы Л-503 и Юго-Восточная 2 (0,10 т/га или 12,0%). В индивидуальном порядке в данном отношении испытываемые сорта в порядке убывания расположились следующим образом: мягкая пшеница Юго-Восточная 2, твёрдая пшеница Оренбургская 10, мягкая пшеница Л-503.

Анализ прибавки урожайности в разрезе протравителей семян показал, что в среднем по трём сортам наибольшее отклонение от контроля, составившее 0,14 т/га или 16,8%, в среднем за четыре года получено при использовании препарата Турион (0,35 л/т) (рис. 2). Далее, в порядке убывания, расположились препараты Раксил Ультра (0,25 л/т) с абсолютной прибавкой урожайности в 0,13 т/га (15,6%), ТМТД +, обеспечивший прирост в 0,12 т/га (14,4%) и Сценик Комби – 0,11 т/га (13,2%). При применении препарата Фитоспорин М (1 л/т) отмечена отрицательная тенденция, сопровождающаяся снижением урожайности.

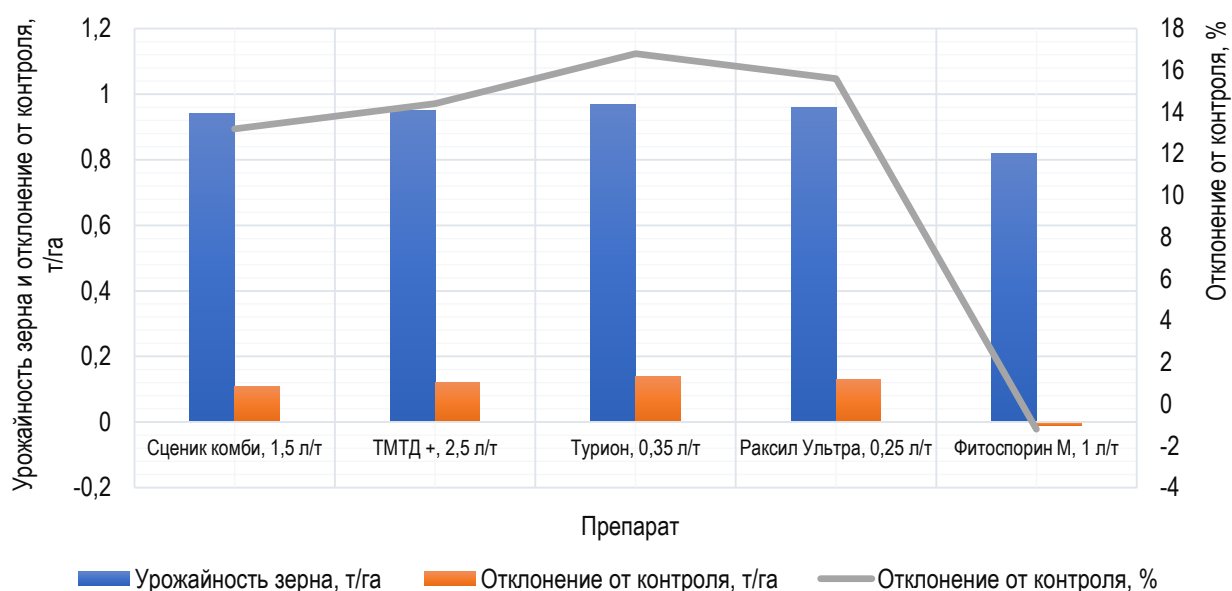


Рис. 2. Динамика прибавки урожайности зерна яровой пшеницы при обработке семян различными протравителями в среднем по трём сортам, среднее за 2015-2018 гг.

Наибольшие прибавки урожайности в среднем по трём испытываемым сортам в разрезе отдельных лет были получены в 2015 и 2017 гг. Наилучший результат в 2017 г., составивший 0,21 т/га или 25,9%, отмечен при использовании препарата Турион (0,35 л/т). Незначительно уступил ему Раксил Ультра (0,25 л/т), обеспечивший высокую прибавку урожайности в оба года, 0,19 и 0,20 т/га или 23,4 и 26,6%, соответственно. Высокой прибавкой урожайности в эти годы сопровождалось и предпосевное протравливание семян препаратом ТМТД +, составившее 0,17 т/га или 21,0 и 22,6%, соответственно.

Закключение. Применение протравителей семян позволяет повысить урожайность зерна яровой пшеницы. Самым отзывчивым на применение протравителей семян оказался сорт Юго-Восточная 2. Средняя прибавка урожайности составила 0,15 т/га или 17,4%, что на 0,04 и 0,05 т/га или на 3,3 и 4,8 п.п. больше, чем на сортах Оренбургская 10 и Л-503. Наибольшую эффективность по влиянию на урожайность зерна твёрдой пшеницы показали препараты ТМТД+ (2,5 л/т) и Турион (0,35 л/т), в посевах мягкой пшеницы (в среднем по двум сортам) наибольшую прибавку урожайности обеспечили Турион (0,35 л/т) и Раксил Ультра (0,25 л/т).

Список источников

1. Lu J., Hu J., Zhao G., Mei F., Zhang C. An in-field automatic wheat disease diagnosis system // Computers and Electronics in Agriculture. 2017. Vol. 142. P. 369–379. DOI: 10.1016/j.compag.2017.09.012
2. Wulff B. B., Krattinger S. G. The long road to engineering durable disease resistance in wheat // Current Opinion in Biotechnology. 2022. Vol. 73. P. 270–275. DOI: 10.1016/j.copbio.2021.09.002
3. Санин С. С., Сандухадзе Б. И., Мамедов Р. З., Карлова Л. В., Корнева Л. Г., Рулёва О. М. Интенсификация производства зерна пшеницы, фитосанитария и защита растений в Центральном районе России // Агрохимия. 2020. № 10. С. 36–44. DOI: 10.31857/S0002188120100105
4. Ярцев Г. Ф., Байкасанов Р. К., Цинцадзе О. Е. Роль сорта в повышении урожайности яровой мягкой пшеницы в зависимости от норм высева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2009. № 2 (22). С. 36–37.
5. Гулянов Ю. А. Возможности интеллектуальных цифровых технологий в экологизации ландшафтно-адаптивного земледелия степной зоны // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (78). С. 8–11.
6. Vasin V. G., Vasin A. V., Burunov A. N., Vasina N. V., Kozhevnikova O. P. Influence of soil tillage, fertilizers and biostimulants on the yield of spring wheat in the forest-steppe of the Middle Volga // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : proceedings of the conference. IOP Publishing, 2020. Vol. 422. P. 012017. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012017

7. Kalzhanov K. A., Yartsev G. F., Baikasenov R. K., Aysuvakova T. P., Kartabayeva B. B., Tseico V. I., Kosolapov V. M. Productivity of various varieties of spring durum wheat in the conditions of the Central zone of Orenburg Region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : proceedings of the conference. IOP Publishing, 2021. Vol. 901. P. 012052. DOI: 10.1088/1755-1315/901/1/012052
8. Васин В. Г., Михалкин Н. Г., Васина Н. В., Ким В. Э., Фадеева Е. С. Структура урожая яровой пшеницы при применении удобрений и стимулирующих препаратов // Нива Поволжья. 2022. № 1 (651). С. 1011. DOI: 10.36461/NP.2022.61.1.020
9. Гулянов Ю. А., Чибилёв А. А. (мл.), Чибилёв А. А., Левыкин С. В. Проблемы адаптации степного землепользования к антропогенным и климатическим изменениям (на примере Оренбургской области) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86, № 1. С. 28–40. DOI: 10.31857/S258755662201006X
10. Гулянов Ю. А. Предпосылки и перспективы реализации природоподобных приёмов обработки почвы в агротехнологиях степной зоны Оренбургского Предуралья // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 2 (22). С. 37–49.
11. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Ч. 1. Пестициды [Электронный ресурс]. М., 2015. Режим доступа: https://www.pesticidy.ru/pscontent/literature/files/%D0%93%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3_2015_2743_instructions.pdf (дата обращения 08.02.2015).
12. Специализированные массивы для климатических исследований [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select.xhtml> (дата обращения 15.09.2020).
13. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Lu, J., Hu, J., Zhao, G., Mei, F. & Zhang, C. (2017). An in-field automatic wheat disease diagnosis system. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142, 369–379. DOI: 10.1016/j.compag.2017.09.012
2. Wulff, B. B. & Krattinger, S. G. (2022). The long road to engineering durable disease resistance in wheat. *Current Opinion in Biotechnology*, 73, 270–275. DOI: 10.1016/j.copbio.2021.09.002
3. Sanin, S. S., Sandukhazee, B. I., Mamedov, R. Z., Karlova, L. V., Korneva, L. G. & Ruleva, O. M. (2020). Intensification of wheat grain production, phytosanitary and plant protection in Central District of Russia. *Agrokhimiya (Agrochemistry)*, 10, 36–44 (in Russ.). DOI: 10.31857/S0002188120100105
4. Yartsev, G. F., Baikasenov, R. K. & Tsintsadze, O. Ye. (2009). The importance of soft spring wheat variety for yields increase as dependent on seeding rates. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 2 (22), 36–37 (in Russ.).
5. Gulyanov, Yu. A. (2019). Opportunities of intelligent digital technologies in the ecologization of landscape-adaptive crop farming in the steppe zone. *Izvestiia Orenburgskogo GAU (Izvestia Orenburg SAU)*, 4 (78), 8–11 (in Russ.).
6. Vasin, V. G., Vasin, A. V., Burunov, A. N., Vasina, N. V. & Kozhevnikova, O. P. (2020). Influence of soil tillage, fertilizers and biostimulants on the yield of spring wheat in the forest-steppe of the Middle Volga. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science '20: *proceedings of the conference*. Vol. 422. (P. 012017). IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012017
7. Kalzhanov, K. A., Yartsev, G. F., Baikasenov, R. K., Aysuvakova, T. P., Kartabayeva, B. B., Tseico, V. I. & Kosolapov, V. M. (2021). Productivity of various varieties of spring durum wheat in the conditions of the Central zone of Orenburg Region. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science '21: *proceedings of the conference*. Vol. 901. (P. 012052). IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/901/1/012052
8. Vasin, V. G., Mikhalkin, N. G., Vasina, N. V., Kim, V. E. & Fadeeva, E. S. (2022). Yield structure of spring wheat when applying fertilizers and stimulating preparations. *Niva Povolzhia (Niva Povolzhya)*, 1, 1011 (in Russ.). DOI: 10.36461/NP.2022.61.1.0209.
9. Gulyanov, Yu. A., Chibilyov (jr), A. A., Chibilyov, A. A. & Levykin, S. V. (2022). Problems of steppe land use adaptation to anthropogenic and climatic changes (the case of Orenburg oblast). *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya (Izvestiya Rossijskoj Akademii Nauk. Seriya Geograficheskaya)*, 86 (1), 28–40 (in Russ.). DOI: 10.31857/S258755662201006X
10. Gulyanov, Yu. A. (2020). Background and prospects for the implementation of nature-like cultivation techniques in agrotechnologies of the steppe zone of Orenburg Cis-Urals. *Tavrisheskij vestnik agrarnoj nauki (Tauride bulletin agricultural science)*, 2 (22), 37–49 (in Russ.).
11. The State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use in the territory of the Russian Federation. Part 1. Pesticides. Moscow, 2015. Retrieved from https://www.pesticidy.ru/pscontent/literature/files/%D0%93%-%D0%B4%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3_2015_2743_instructions.pdf

D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3_2015_2743_instructions.pdf (in Russ.).

12. Specialized arrays for climate research. Retrieved from: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/select .xhtml> (in Russ.).

13. Dospekhov, B. A. (1985). *Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results)*. Moscow : Agropromizdat (in Russ.).

Информация об авторах:

А. А. Кутеева – соискатель;

Г. Ф. Ярцев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Information about the authors:

A. A. Kuteeva – candidate;

G. F. Yartsev – Doctor of Agricultural Sciences, Professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 11.01.2023; одобрена после рецензирования 1.02.2023; принята к публикации 16.02.2023.

The article was submitted 11.01.2023; approved after reviewing 1.02.2023; accepted for publication 16.02.2023.