

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В.Е. Ториков, доктор сельскохозяйственных наук
О.В. Мельникова, доктор сельскохозяйственных наук
Е.Н. Вершило аспирант
e-mail: torikova1999@mail.ru; e.vershilo@bk.ru
ФГБОУ ВО «Брянский Государственный аграрный университет»,
кафедра агрономии, селекции и семеноводства

***Аннотация.** В годы исследований положительное действие азотных удобрений проявилось в виде линейной зависимости. Прямое влияние гербицида в 2017 и 2019 гг. выражено в виде линейной, в 2018 г. – в виде квадратичной зависимости. Прямое действие фунгицида проявилось в 2017 г. в виде квадратичной зависимости. Взаимодействие фунгицида и микроэлемента в 2018 г. было отрицательным, в 2019 г. – положительным. Отмечено снижение эффективности азотных удобрений в 2018 г. и фунгицида – в 2019 г. В варианте с оптимальным уровнем показателей урожайность зерна была несколько выше, чем с максимальным. Использование средств химизации на посевах яровой пшеницы в оптимальных дозах улучшало фитосанитарное состояние и позволяло получить достаточно высокую урожайность зерна яровой пшеницы – от 4,78 до 5,13 т/га.*

***Ключевые слова:** яровая пшеница, агрохимикаты, сорняки, болезни, зерно, урожайность.*

Сорняки конкурируют с культурными растениями за питательные вещества, воду, свет и другие необходимые факторы их жизнеобеспечения. В последнее время в ряде регионов произошло изменение видового состава сорняков. Это связано с тем, что в результате применения одинаковых действующих веществ из одной химической группы формируются устойчивые биотипы сорняков, которые лучше развиваются и быстро распространяются в агроценозах. При этом не только снижается эффективность борьбы с такими сорными растениями, но может полностью измениться их популяция на больших посевных площадях. При использовании гербицидов с разными действующими веществами или чередовании их можно избежать или замедлить процесс формирования резистентности [2, 3].

На изменение состава сорной флоры могут влиять также удобрения, особенно, азотные. При повышенных нормах их внесения нитрофильные (нуждающиеся

в азоте) растения укрепляются и подавляют другие виды сорняков [1].

Подобную картину можно наблюдать и в отношении фунгицидных обработок. Поиск оптимальных вариантов их применения остается актуальной задачей ввиду многообразия проблем, связанных с решением интегрированной системы защиты посевов зерновых культур от сорняков, вредителей и болезней, в том числе и в агрофитоценозах яровой пшеницы Центрального региона России [4, 5].

В задачу исследований входило – изучить влияние средств химизации на фитосанитарное состояние и урожайность посевов яровой пшеницы.

Условия, материалы и методы. Полевой опыт с яровой пшеницей сорта Злата проводили на опытном поле Брянского ГАУ в 2017–2019 гг. Предшественником служил картофель. Схема опыта представляла собой выборку 1/8 части полной факториальной схемы 4х4х4х4 (32 варианта). В опыте изучали четыре фактора в четырех градациях. Повторность опыта – двукратная (64 делянки). Расположение делянок – в форме квазилатинского квадрата: 8 блоков-строк и 8 блоков-столбцов. Общая площадь делянок 64 м², учетная – 25 м².

В опыте также изучали следующие факторы: 1-й (n) – азотные удобрения в виде аммиачной селитры; 2-й (h) – гербицид Агритокс; 3-й (o) – фунгицид Альто и 4-й (m) – микроэлемент в виде сернокислой меди; поочередно они соответствуют первой, второй, третьей и четвертой цифрам вариантов, причем 0 – отсутствие фактора, 1 – минимальная доза (норма) средств химизации, 2 и 3 соответствуют средней и максимальной их норме.

Нормы пестицидов, изучаемые в опыте, устанавливали в соответствии со «Списком химических и биологических средств борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками, разрешенных для применения в сельском хозяйстве».

Таблица 1. Фактические градации доз средств химизации в опыте с яровой пшеницей (2017–2019 гг.)

Фактор	Доза средств химизации согласно факториальной схеме, кг/га д.в.			
	0	1*	2	3
Азотное удобрение (n) аммиачная селитра	0	30	60	90
Гербициды (h)	0	2**	3	4
Агритокс, кг/га препарата	0	0,75	1,12	1,5
Фунгициды (f)	0	2**	3	4
Альто, кг/га препарата	0	0,10	0,20	0,25
Микроэлемент (m)	0	5	6	7
серноокислая медь	0	0,25	0,30	0,35

*Индекс при символе – кодированная единица доз;

**В 2017 г. гербициды 0, 1, 2 и 3 с единичной дозой 0,75 кг/га препарата.

Азотные удобрения применяли из расчета N_{34} (фактор 1), N_{68} (фактор 2), N_{102} (фактор 3).. Вносили их до высева семян по общему фону $P_{80}K_{80}$. Обработки средствами защиты растений проводили отдельно. Гербицид Агритокс – в фазу кущения культуры, фунгицид Альто и микроэлемент серноокислая медь – в фазу начала выхода в трубку. Норма высева составила 7 млн всхожих семян на 1 га. Агротехника общепринятая для зоны. Фактические дозы пестицидов и азотных удобрений, используемые в опыте, представлены в таблице 1.

Расчеты всех показателей выполняли для всех 32 вариантов с различными уровнями химизации (1 – без

Таблица 2. Математическая зависимость фитосанитарного состояния посевов яровой пшеницы от средств химизации

Год	Уравнение	R
Общая засоренность, шт/м ²		
2017	$95,909 - 50,747h - 7,734h^2$	0,96
2018	$101,4 - 27,34n - 20,33h + 3,68n^2 + 1,28h^2 + 1,43nh + 0,91nm - 0,74hm$	0,99
2019	$84,775 - 21,397h - 0,654f^2 + 1,192nh + 0,592fm$	0,96
Отдельные виды сорняков: Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), шт./м ²		
2017	$27,854 - 6,733n - 4,599h + 1,437n^2$	0,97
2018	$43,581 - 3,745n - 12,003h + 1,566nh$	0,93
2019	$19,100 + 0,479n^2 - 1,125h^2$	0,94
Ромашка непахучая (трехреберник) - <i>Matricaria inodora</i> L., шт./м ²		
2017	$33,1 - 9,6n - 6,4h + 1,76n^2 + 0,51h^2 + 0,29nm - 0,2hm$	0,99
2018	$32,024 - 3,635n - 7,255h + 0,473nm$	0,91
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.), шт./м ²		
2019	$11,86 + 0,83n^2 - 0,7h^2 + 0,1m^2 - 0,2nf - 0,31nm$	0,95
Отдельные виды болезней, % распространения: Мучнистая роса (<i>Erysiphe graminis</i> f. Sp. Tritici)		
2017	$18,117 - 2,949f - 0,397m - 0,288nh + 0,135fm$	0,96
Септориоз (<i>Septoria nodorum</i>)		
2018	$20,114 - 2,706f - 0,346nh$	0,97

применения, 2 – минимальный, 3 – средний, 4 – максимальный и 5 – оптимальный).

Обрабатывали посеы опрыскивателем ОПШ-15, расход рабочей жидкости составил 300 л/га. Уборку урожая проводили сплошным методом поделочно с последующим определением влажности зерна электрометрическим методом. Урожайность зерна приведена к стандартной 14 % влажности и 100 % чистоте. Оптимальное сочетание доз применяемых средств химизации, необходимое для достижения наилучших значений отдельного показателя, определено по урожайности зерна и фитосанитарному состоянию посевов.

Результаты и обсуждение. Представленные математические модели общей засоренности яровой пшеницы (табл. 2) показывают влияние применения гербицида на снижение численности сорных растений во все годы опытов. Отмечено снижение эффективности действия азотных удобрений в 2018 г. и фунгицида в 2019 г.

Непосредственное влияние гербицида на сорняки выражено в виде линейной зависимости, причем наиболее сильно оно проявилось в первый год исследований. Прямое действие фунгицида проявилось только в 2017 г. в виде квадратичной зависимости. В 2018 и 2019 гг. взаимное действие азота и гербицида на развитие сорняков было эффективным, как и азот-микроэлемент и фунгицид-микроэлемент соответственно в 2018 и 2019 гг. Под действием фактора гербицид-микроэлемент количество сорняков в посевах яровой пшеницы в 2018 г. существенно не изменилось.

Отрицательное действие азотных удобрений было отмечено в 2017 и в 2018 гг., а в 2019 г. они способствовали росту и развитию мари белой, ромашки непахучей и осота полевого (табл. 3). Прямое действие микроэлемента проявилось только в 2019 г. в виде положительной квадратичной зависимости.

Математическая модель зависимости развития болезней яровой пшеницы от применяемых средств химизации свидетельствует о непосредственном отрицательном влиянии на развитие болезней фунгицида и взаимодействия азота и гербицида (2017–2018 гг.).

Благодаря взаимодействию фунгицида и микроэлементов удалось сдерживать развитие мучнистой росы. Анализируя действие средств химизации на общее число сорняков, можно отметить, что в 2017 г. оптимальные результаты были достигнуты при максимальном значении фактора (h4). В 2018–2019 гг. показатели оптимального варианта были лучше, чем максимального, что связано с положительным действием на развитие сорняков взаимного действия: азот-гербицид и азот-микроэлемент в 2018 г., азот-гербицид и фунгицид-микроэлемент в 2019 г. За все три исследуемых года для уничтожения высокой засоренности требовались максимальные дозы гербицида.

Рассматривая действие средств химизации на отдельные виды сорняков, можно заключить, что в 2017 и 2019 гг. при максимальных значениях факторов (n3h4f5m7) снижение количества сорняков не существенно отличалось от варианта с оптимальным сочетанием факторов. В трех случаях (n1,76h4, n3h4m5,57 в 2018 г. и n0,73h4f5m2,7 в 2019 г.) применение оптимальных доз вызвало полное уничтожение сорняков. Различия между максимальным уровнем и оптимальным уровнем связаны с отрицательными и положительными взаимодействиями исследуемых нами средств химизации. Следует отметить, что дозы внесения гербицида для уничтожения наибольшего количества сорняков всегда требовались максимальные, за все три года исследований.

Из анализа данных по действию средств химизации на распространение болезней на яровой пшенице следует, что в 2018 г. оптимальные результаты были достигнуты при максимальных значениях факторов (n3h4f5), а в 2017 г. значения оптимального варианта были лучше, чем максимального — это связано с положительным для развития мучнистой росы взаимодействием фунгицид-микроэлемент. Дозы внесения азотных удобрений, гербицида и фунгицида для уменьшения процента распространения болезней требовались максимальные.

Данные таблицы 4 позволяют отметить непосредственное положительное влияние на урожайность яровой пшеницы азотных удобрений и гербицида за все три года исследований, а также положительное действие фунгицида в 2017 г., отрицательное взаимодействие фунгицид-микроэлемент в 2018 г. При этом в 2019 г. наблюдалось уже положительное взаимодействие фунгицида и микроэлемента.

Положительное действие азотных удобрений проявилось во все годы исследований, причем в виде линейной зависимости. Непосредственное влияние гербицида в 2017 и 2019 гг. выражено в виде линейной зависимости, а в 2018 г. — квадратичной. Наиболее сильное действие гербицида проявилось в 2017 г., в наименьшей степени — в 2018 г., промежуточное положение оно имело в 2019 г. Прямое действие фунгицида отме-

Таблица 3. Влияние уровня химизации на фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы

Год	Уровень применения средств химизации						
	SE	отсутствие	минимальный	средний	максимальный	оптимальный	сочетание факторов
Общая засоренность, шт/м ²							
2017	9,30	95,9	52,9	25,4	13,3	13,3	h4
2018	4,93	101	42,2	18,2	7,39	6,99	n2,94h4m7
2019	9,28	84,8	47,7	31,5	17,9	0,00	h4f0,21m6,773
Отдельные виды сорняков: Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.), шт./м ²							
2017	1,99	27,85	13,36	6,34	2,19	1,57	n2,34h4
2018	6,10	43,58	18,96	9,48	3,13	0,00	n1,76h4
2019	2,47	19,10	15,08	10,89	5,41	1,10	n0h4
Ромашка непахучая (трехреберник) - <i>Matricaria inodora</i> L., шт./м ²							
2017	1,68	33,10	13,56	5,50	2,07	0,83	n2,16h4m7
2018	5,31	32,02	16,24	8,67	2,03	0,00	n3h4m5,57
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.), шт./м ²							
2019	1,57	11,86	9,56	5,65	1,26	0,00	n0,73h4f5m2,7
Отдельные виды болезней, % распространения: Мучнистая роса (<i>Erysiphe graminis</i> f. Sp. Tritici)							
2017	1,63	18,1	11	5,5	1,9	0,00	n3h4f5m0,31
Септориоз (<i>Septoria nodorum</i>)							
2018	1,44	20,1	14	7,2	2,4	2,43	n3h4f5

Таблица 4. Математическая зависимость урожайности зерна яровой пшеницы от применяемых средств химизации, ц/га

Год	Уравнение	R
2017	$34,9 + 2,06n + 1,75h + 0,22f^2$	0,86
2018	$41,0 + 2,72n + 0,15h^2 - 0,04fm$	0,95
2019	$34,15 + 2,47n + 0,52h + 0,05fm$	0,97

чалось только в 2017 г. в виде квадратичной зависимости. Взаимодействие фунгицида и микроэлемента проявилось в 2018 и 2019 гг., причем в 2018 г. это взаимодействие было отрицательным, а в 2019 г. — положительным.

Анализ данных таблицы 5 показывает, что в 2017 и в 2019 гг. оптимальные результаты были достигнуты при максимальных значениях факторов (n3h4f5). В 2018 г. при значениях оптимального варианта (n3h4) урожайность зерна была несколько выше, чем на

Таблица 5. Влияние применения средств химизации на уровень урожайности зерна яровой пшеницы (ц/га)

Год	SE	Уровень применения средств химизации					сочетание факторов
		отсутствие	минимальный	средний	максимальный	оптимальный	
2017	0,27	36,2	37,7	40,0	44,9	44,7	n3h4f5
2018	0,11	41,1	44,9	47,8	51,3	51,6	n3h4
2019	0,08	34,3	39,2	43,4	46,3	46,0	n3h4f5m7
В среднем		37,2	40,6	43,7	47,5	47,4	

максимальном уровне. Это связано с отрицательным взаимодействием фунгицида и микроэлемента. Дозы внесения азотных удобрений и гербицида для обеспечения наибольшей урожайности требовались оптимальные.

Благодаря улучшению фитосанитарного состояния посевов яровой пшеницы с помощью средств химизации удалось получить высокую урожайность зерна яровой пшеницы – 47,5 ц/га.

Выводы:

1. Положительное действие азотных удобрений проявилось во все годы исследований в виде линейной зависимости. Непосредственное влияние гербицида в 2017 и 2019 гг. выражено в виде линейной зависимости, а в 2018 г. – квадратичной. Прямое действие фунгицида проявилось в виде квадратичной зависимости в 2017 г.

2. Для обеспечения наибольшей урожайности зерна яровой пшеницы требовались оптимальные дозы внесения азотных удобрений и гербицида.

3. Использование средств химизации в оптимальных дозах обеспечивало благоприятный уровень фитосанитарного состояния и позволяет получить высокую урожайность зерна яровой пшеницы до 4,78–5,13 т/га.

Список использованной литературы

1. Никифоров, В.М. Эффективность применения российских гербицидов в посевах яровой пшеницы / В.М. Никифоров, М.И. Никифоров, Н.М. Пасечник // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2022.- № 6 (94). - С. 33-37.

2. Пигорев, И.Я. Засоренность посевов озимой пшеницы / И.Я. Пигорев, В.А. Семькин // Современные наукоемкие технологии. - 2005. - № 7.- С. 62-64.

3. Малявко, Г.П. Эффективность агрохимических средств при возделывании озимой ржи на техногенно-загрязненной почве / Г.П. Малявко, И.Н. Белоус, В.Ф. Шаповалов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 6 (76). - С. 3-8.

4. Производство биологически безопасной продукции растениеводства. / В.Е. Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова, Г.П. Малявко и др. - Брянск: Изд-во Брянского ГАУ, 2016. - 96 с.

5. Ториков, В.Е. Агрохимические и экологические основы адаптивного земледелия/ В.Е. Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 228 с.

The effect of the use of chemicals on phytosanitary condition and yield spring wheat

V.E. Torikov, O.V. Melnikova, E.N. Vershilo

Summary. The results of field experiments showed that the positive effect of nitrogen fertilizers was manifested in all the years of research in the form of a linear relationship. The direct effect of the herbicide in 2017 and 2019 is expressed as a linear dependence, and in 2018 - a quadratic one. The direct effect of the fungicide was manifested in 2017 in the form of a quadratic dependence. The interaction of the fungicide and the trace element was manifested in 2018 and 2019, and in 2018 this interaction was negative, and in 2019 it was positive. The calculated mathematical models of the total contamination of spring wheat crops indicate a positive effect of the herbicide on reducing the number of weeds in all the years of experiments. There was a decrease in the effectiveness of nitrogen fertilizers in 2018 and fungicide in 2019. In 2018, with the values of the optimal variant, grain yield was slightly higher than at the maximum level. Optimal doses of nitrogen fertilizers and herbicide are required to ensure the highest yield. The use of chemicals on spring wheat crops in optimal doses provides a favorable level of phytosanitary condition and allows you to get a sufficiently high yield of spring wheat grain - up to 4.78–5.13 t/ha.

Key words: spring wheat, agrochemicals, weeds, diseases, grain, yield.

