УДК 632.51:631.582 DOI 10.31857/S2500262725020022 EDN DDYEDA

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЮЖНОГО УРАЛА

© 2025 г. **Л. П. Шаталина,** кандидат сельскохозяйственных наук, **Ю. Б. Анисимов,** кандидат сельскохозяйственных наук, **Ю. С. Мошкина, П. М. Лопухов,** кандидат сельскохозяйственных наук, **Е. Л. Калюжина**

Челябинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
456404, Челябинская область, Чебаркульский район,
пос. Тимирязевский, ул. Чайковского, 14
E-mail: chniisx2@mail.ru

Исследования проводили с целью определения влияния предшественника, минеральных удобрений и метеоусловий на формирование агрофитоценоза яровой пшеницы при использовании нулевой технологии обработки почвы. Объект исследований – сорный компонент агрофитоценозов и его влияние на продуктивность яровой пшеницы в северной лесостепной зоне Южного Урала на фоне нулевой технологии обработки почвы. Схема опыта реализована в 3 вариантах севооборотов и монокультуре, по 6 предшественникам яровой пшеницы на фонах без удобрений и с внесением азотных удобрений. При нулевой обработке почвы сорный компонент в посевах яровой пшеницы по всем вариантам опыта состоял из малолетних сорняков. Их численность при посеве по вариантам севооборотов существенно зависела от метеоусловий, в переувлажненный год в среднем по предшественникам различие достигало 27 шт./м², при коэффициенте вариации 47 %. Биомасса яровой пшеницы находилась в существенной зависимости от фона удобренности – в среднем по годам различия достигали 722 г/м². По предшественнику горох + овес отмечена более высокая масса малолетних сорняков, по сравнению с другими предшественниками, в среднем по фонам удобренности на 43…662 г/м². Удельная масса сорняков в общей фитомассе агрофитоценоза достоверно зависела от метеоусловий, различия достигали 7 %. В засушливые годы доля влияния численности малолетних сорняков и биомассы культуры на продуктивность яровой пшеницы на удобренном фоне достигала 80…82 %.

FACTORS, INFLUENCING THE CONTAMINATION OF SPRING WHEAT IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF THE SOUTHERN URALS

L. P. Shatalina, Yu. B. Anisimov, Yu. S. Moshkina, P. M. Lopukhov, E. L. Kalyuzhina

Chelyabinsk Research Institute of Agriculture,
456404, Chelyabinskaya obl., Chebarkul'skii r-n,
pos. Timiryazevskyi, ul. Tchaikovskogo, 14
E-mail: chniisx2@mail.ru

The study was conducted to determine the effect of predecessor, mineral fertilizers and weather conditions on the formation of agrophytocenosis of spring wheat using zero tillage technology. The object of the study is the weed component of agrophytocenoses and the activity of its influence on the productivity of spring wheat in the northern forest-steppe zone of the Southern Urals against the background of zero tillage technology. The experimental design was implemented in 3 crop rotation variants and a monoculture, with 6 predecessors of spring wheat, against two fertilization backgrounds: without fertilizers (0) and with the application of nitrogen fertilizers (N). With zero tillage technology, the litter component in spring wheat crops consisted of juvenile weeds in all experimental variants. Their number during sowing according to crop rotation variants significantly depended on the weather conditions of the year, in a waterlogged year, on average, the difference reached 27 units/m², with a coefficient of variation of 47 %. The biomass of spring wheat was significantly dependent on the background of fertilization – on average, the differences over the years reached 72 g/m². According to the predecessor of spring wheat, peas + oats, a higher mass of juvenile weeds was noted, compared with other predecessors, on average by 43…66 g/m² in fertilization backgrounds. The specific mass of weeds significantly depended on the meteorological conditions of the year, with differences reaching 7 %. In dry years, the share of the influence of the number of annual weeds and the biomass of the crop on the productivity of spring wheat on a fertilized background reached 80–82 %.

Ключевые слова: *яровая пшеница (Triticum aestivum L.), сорные растения, агрофитоценоз, корреляция, предшественник, минеральные удобрения.*

Keywords: *spring wheat (Triticum aestivum L.), weeds, agrophytocenosis, correlation, precursor, mineral fertilizers.*

Яровая пшеница – важнейшая зерновая культура, востребованная по всему миру, на долю которой приходится 20 % сбора зерна в России. Усиление продовольственной безопасности страны обеспечивают эффективные приемы агротехнологий ее возделывания [1]. Одним из факторов, оказывающих высокое дестабилизирующее действие на урожайность яровой пшеницы, как известно, выступает сильная засоренность полей, как агрессивный конкурент культурных растений за потребление питательных веществ и воды, в конечном итоге оказывающий влияние и на качество производимой продукции. Применение системных гербицидов в период вегетации яровой пшеницы позволяет эффективно подавлять сорные растения в посевах полевых культур, особенно злостных многолетних корнеотпрысковых видов, приводит к гибели корневой системы и предотвращает их обсеменение [2, 3]. Вегетативная масса сорняков формируется благодаря большому количеству питательных веществ и продуктивной влаги, что усугубляет и создает негативные условия для роста и развития культурных растений, особенно в годы с недобором осадков за вегетационный период [4]. Поэтому в условиях засухи большое влияние на формирование агрофитоценозов яровой пшеницы оказывают не только технологии возделывания, но и применяемые средства защиты от сорняков и вредителей [5]. Видовой состав сорных растений

формируется под воздействием факторов внешней среды и деятельности человека [6]. Изучение биологического разнообразия ассоциаций популяций сорных растений и анализ данных о реакции основной зерновой культуры на среду обитания дает возможность разрабатывать эффективные мероприятия по борьбе с сорной растительностью в агрофитоценозе [7].

Цель исследований – определение влияния предшественника, минеральных удобрений и метеоусловий на формирование агрофитоценоза яровой пшеницы при использовании нулевой технологии обработки почвы.

Методика. Работу выполняли в 2019–2024 гг. в длительном стационарном полевом опыте, заложенном в 1978 г. Схема опыта включала следующие варианты:

предшественник (фактор А) – рапс, горох + овес (в соотношении 50:50), люпин, лен, соя, бессменное возделывание пшеницы;

фон минерального питания (фактор В**)** – без удобрений (0), азотные удобрения (N).

Предшественники пшеницы изучали в следующих севооборотах: рапс – пшеница – горох + овес – пшеница; пар – озимая рожь – люпин – пшеница – лен – пшеница; соя – пшеница – горох + овес – ячмень; пшеница при бессменном возделывании.

Азотные удобрения в севооборотах вносили под озимую рожь весной в качестве подкормки (N_{40}), под зернобобовые культуры (N_{10}), под пшеницу и ячмень после зернобобовых (N_{30}), под пшеницу при бессменном возделывании (N_{40}), под ячмень после зерновых (N_{50}).

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 6,0 %. Глубина пахотного слоя небольшая – 25…30 см, реакция почвенной среды – от слабокислой до нейтральной (pH = 5,1…7,0), обеспеченность подвижным фосфором – низкая (45 мг/кг по Чирикову), сумма поглощенных оснований – 28…30 мг-экв. /100 г почвы.

Агротехника в опыте основана на нулевой технологии, согласно рекомендациям ФГБНУ «Челябинский НИИСХ». За 7 дней до посева применяли глифосатсодержащий гербицид Торнадо 540 в дозе 3…4 л/га. Азотные удобрения вносили поверхностно перед посевом (вручную). Посев осуществляли универсальной стерневой сеялкой СС-6 с приспособлениями для полосной обработкой почвы турбодисками и 2-дисковыми смещенными сошниками. В 2021 и 2022 гг. в период вегетации посевы обрабатывали баковой смесью против двудольных и однодольных сорняков (Балерина 0,5 л/га + Ластик-экстра 1,0 л/га). В 2023 г. применяли системный гербицид избирательного действия против однолетних и некоторых многолетних двудольных сорняков (включая виды осота и бодяка) Диамакс 0,7 л/га и против однолетних злаковых (овсюг, просянка, щетинник) Овен 0,5 л/га. В севооборотах высевали яровую пшеницу сорта Челяба 75. Засоренность посевов учитывали в период молочно-восковой спелости количественно-весовым методом. Для математической обработки данных использовали компьютерную программу статистической обработки данных Snedekor методами дисперсионного и корреляционного анализа. В 2021 г. складывались засушливые условия (гидротермический коэффициент (ГТК) по Г. Т. Селянинову – 0,7), в 2022 г. – недостаточно увлажненные (ГТК = 1,0), в 2023 г. – достаточно влажные (ГТК = 1,5). Сумма осадков за вегетационные периоды в эти годы составляла соответственно 188,8 мм, 196,6 мм и 386,8 мм.

Результаты и обсуждение. Сорный компонент в посевах яровой пшеницы по всем вариантам опыта на 100 % состоял из малолетних сорняков, за исключением вариантов с предшественниками рапс (фон 0) и люпин (фон N), в которых доля сорняков этой группы составляла 98 %.

Табл. 1. Численность малолетних сорняков в посевах яровой пшеницы в зависимости от предшественников и азотных удобрений, шт./м²

Предшественник (фактор А)	Фон удобренности (фактор В)	Год/ГТК (фактор С)			
		2021/0,7	2022/1,0	2023/1,5	среднее
Горох+овес	0	47	20	104	57
	N	44	13	45	34
	среднее	45	16	74	45
Лен	0	22	59	132	71
	N	12	6	60	26
	среднее	17	32	96	48
Рапс	0	66	51	46	54
	N	38	16	52	35
	среднее	52	33	49	44
Люпин	0	36	75	22	44
	N	77	30	49	52
	среднее	56	52	36	48
Соя	0	32	20	56	36
	N	24	105	45	58
	среднее	28	62	50	47
Пшеница (бессменно)	0	21	42	63	42
	N	13	25	88	42
	среднее	17	33	75	42
Среднее	0	37	44	70	50
	N	35	32	56	41
	среднее	36	38	63	46
$НСР_{05}$ для факторов	A	41	92	77	36
	B	24	53	44	21
	C			26	
Коэффициент вариации V, %		56	76	47	60

Посевы яровой пшеницы по численности малолетних сорняков в среднем по предшественникам различались не существенно(табл. 1). В 2021 г. менее засоренными были посевы яровой пшеницы после льна и при бессменном ее возделывании. В 2022 г. более чистыми от сорняков были посевы яровой пшеницы после зерносмеси горох + овес и рапса на фоне внесения азотных удобрений. В 2023 г. меньшее количество сорняков отмечено в посевах пшеницы после люпина без удобрений.

Табл. 2. Масса малолетних сорняков в посевах яровой пшеницы в зависимости от предшественников и азотных удобрений, г/м²

Предшественник (фактор А)	Фон удобренности (фактор В)	Год/ГТК (фактор С)			
		2021/0,7	2022/1,0	2023/1,5	среднее
Горох+овес	0	127	37	255	140
	N	220	17	105	114
	среднее	174	27	180	127
Лен	0	54	70	166	97
	N	51	8	105	55
	среднее	52	39	136	76
Рапс	0	94	52	105	84
	N	42	26	82	50
	среднее	68	39	94	67
Люпин	0	52	102	33	62
	N	122	54	90	89
	среднее	87	78	62	76
Соя	0	64	34	100	66
	N	54	165	85	101
	среднее	59	100	92	84
Пшеница (бессменно)	0	31	70	71	57
	N	26	29	140	65
	среднее	28	50	56	61
Среднее	0	70	61	122	84
	N	86	50	101	79
	среднее	78	55	111	81
$НСР_{05}$ для факторов	A	99	129	146	68
	B	57	75	84	39
	C			48	
Коэффициент вариации V, %		71	78	50	66

Это обусловлено варьированием метеоусловий по годам исследований и биологическими особенностями разложения растительных остатков предшественников. Вследствие разницы в метеоусловиях численность малолетних сорняков в 2023 г. увеличивалась на 75 %, особенно из-за повышения суммы осадков за вегетацию, по сравнению с 2021 г., в 2,1 раза, а с 2022 г. – на 66 %. Наибольшую вариабельность численности малолетних сорняков в опыте отмечали в 2022 г. из-за менее благоприятных условий для сорной растительности.

Сорный компонент был представлен следующими малолетними видами: просо куриное (*Echinochloa crus-galli* L.); щетинник зеленый (*Setaria viridis* L., Beauv.). В засушливом 2021 г. наибольшую массу малолетних сорняков в среднем по фонам удобренности отмечали в посевах по предшественнику горох + овес, она была выше, чем после бессменного посева, на 1452 г/м^2 (табл. 2).

В 2022 г. масса малолетних сорняков при посеве после зерносмеси горох + овес в среднем по фонам удобренности была в 1,8 раза меньше, чем по бессменному посеву, и в 3,7 раза, по сравнению с посевом после сои. В 2023 г. самую низкую в опыте массу сорняков в среднем по фонам удобренности отмечали после люпина – в 3,0 раза меньше, чем после смеси горох + овес. В среднем по предшественникам по массе малолетних сорняков существенных различий за 2021–2023 гг. не отмечено. Коэффициент вариации величины этого показателя в 2021 г. был больше, чем в 2023 г., на 21 %, в 2022 г. – на 28 %. Масса малолетних сорняков при посеве по зерносмеси горох + овес в среднем за 2021–2023 гг. была на 43…662 г/м^2 больше, чем по другим предшественникам. В целом изменение массы малолетних сорняков зависело от количества выпавших осадков по фазам роста и развития культуры. В 2022 г. сложились лучшие условия, чем в 2021 г., а в 2023 г. сумма осадков во второй половине вегетации превышала норму более чем в 3 раза, что вызвало новую волну роста злаковых сорняков.

Варьирование биомассы яровой пшеницы в севообороте по годам исследований составляло 33 % (табл. 3). В засушливом 2021 г. с суммой осадков за вегетационный период 189 мм при высоком коэффициенте вариации изменения биомассы по предшественникам яровой пшеницы достигали 5642 г/м^2. После люпина и бессменной пшеницы она были выше, чем по рапсу и сое, в связи с более благоприятными условиями роста и развития. В 2022 г. наибольшую биомассу яровой пшеницы отличали после льна и рапса – на 18 % выше, чем по зерносмеси гороха с овсом. В 2023 г. изменчивость величины этого показателя была незначительной – в среднем по предшественникам 162 г/м^2, или 27 %. Азотные удобрения оказывали существенное влияние на биомассу яровой пшеницы – в среднем 12 %. Наибольшие ее изменения были обусловлены метеоусловиями – в среднем по предшественникам до 31 %. Это указывает на острую реакцию яровой пшеницы на условия произрастания.

Табл. 3. Биомасса яровой пшеницы в зависимости от предшественников и азотных удобрений, г/м^2

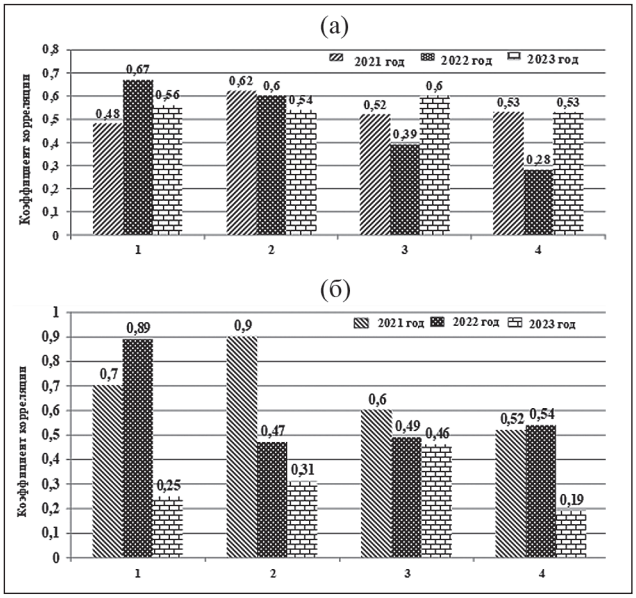
Предшественник (фактор А)	Фон удобренности (фактор В)	Год/ГТК (фактор С)			
		2021/0,7	2022/1,0	2023/1,5	среднее
Горох+овес	0	520	670	595	595
	N	530	650	810	663
	среднее	525	660	702	629
Лен	0	420	650	650	573
	N	460	910	710	693
	среднее	440	780	680	633
Рапс	0	192	740	655	529
	N	220	810	730	587
	среднее	206	775	692	643
Люпин	0	580	510	587	559
	N	950	570	750	757
	среднее	765	540	668	658
Соя	0	420	620	635	558
	N	400	590	585	525
	среднее	410	605	610	542
Пшеница (бессменно)	0	660	790	630	693
	N	880	660	600	713
	среднее	770	725	615	703
Среднее	0	465	663	625	584
	N	573	698	698	656
	среднее	519	681	661	620
$НСР_{05}$ для факторов	A	279	240	189	116
	B	161	138	109	67
	C			82	
Коэффициент вариации V, %		44	16	11	24

Табл. 4. Удельная масса сорняков в посевах яровой пшеницы в зависимости от предшественников и азотных удобрений, %

Предшественник (фактор А)	Фон удобренности (фактор В)	Год/ГТК (фактор С)			
		2021/0,7	2022/1,0	2023/1,5	среднее
Горох+овес	0	20	5	30	18
	N	29	2	10	14
	среднее	25	4	20	16
Лен	0	11	10	20	14
	N	15	1	13	10
	среднее	13	6	16	12
Рапс	0	33	7	15	18
	N	16	3	10	10
	среднее	24	5	12	14
Люпин	0	8	17	6	10
	N	11	8	11	10
	среднее	9	12	8	10
Соя	0	13	10	14	12
	N	12	21	13	15
	среднее	12	15	14	13
Пшеница (бессменно)	0	4	9	10	8
	N	3	5	19	9
	среднее	4	7	14	9
Среднее	0	15	10	16	14
	N	14	7	13	11
	среднее	15	8	14	12
$НСР_{05}$ для факторов	A	16	13	18	7
	B	9	8	11	4
	C			6	
Коэффициент вариации V, %		61	73	44	59

По удельной массе сорняков в агрофитоценозе можно судить о степени их влияния на культуру (табл. 4). В 2022 г. в среднем по вариантам предшественников доля сорняков в посевах яровой пшеницы не превышала 10 %. Существенным фактором, влияющим на долю сорняков в посевах яровой пшеницы, были условия года, причем как засушливость, так и избыточное увлажнение. Реакция яровой пшеницы на засоренность по предшественникам в среднем за 2021–2023 гг. была несущественной, как и при внесении азотных удобрений. В 2021 г. особенно чистыми оказались посевы бессменной яровой пшеницы независимо от фона удобренности. Сильную засоренность отмечали после предшественников горох + овес и рапс, в среднем по фонам удобренности она достигала 33 %, вследствие низкой конкурентоспособности культуры в условиях засухи и большей требовательности к условиям увлажнения в период вегетации.

В условиях вегетационного периода 2022 г. при достаточной обеспеченности яровой пшеницы влагой биомасса культуры в среднем по вариантам предшественников подавляла рост сорняков, независимо от фона удобренности. Доля малолетних сорняков в среднем по предшественникам изменялась на 7 %.



Корреляционные зависимости влияния параметров засоренности на продуктивность яровой пшеницы, 2021–2023 гг.: а) без удобрений; б) с внесением азотных удобрений; 1 – масса культуры, 2 г/м², 2 – численность малолетних сорняков, шт./м², 3 – масса малолетних сорняков, 2 г/м², 4 – доля сорняков в общей биомассе, %.

Метеоусловия 2023 г. характеризовались обильными осадками, почти в 2 раза превышающими среднемноголетние значения, но более низкой суммой положительных температур, по сравнению с 2021 г. Изменения удельной массы сорняков в посевах яровой пшеницы благодаря внесению азотных удобрений в среднем составляли 3 %. Отмечена более высокая доля сорняков в посевах яровой пшеницы по предшественникам горох + овес и лен без удобрений, по сравнению с 2021 г., на 50 и 81 % соответственно, а на удобренном фоне при бессменном посеве яровой пшеницы – в 6,3 раза. Наибольшая вариабельность удельной массы сорняков в посевах яровой пшеницы установлена в 2022 г., она был на 29 % выше, чем в 2023 г.

Влияние засоренности посевов на урожайность яровой пшеницы можно оценить методом корреляционного анализа. В целом за 2021–2023 гг. по удельной массе сорняков в посевах яровой пшеницы доля влияния фактора удобренность была одинаковой 20…21 %, при коэффициенте корреляции r = 0,42…0,45 (см. рисунок). В частности, в засушливом 2021 г. доля влияния численности малолетних сорняков на урожайность яровой пшеницы достигала 82 %, при коэффициенте корреляции r = 0,9, относительной массы сорняков – 27 %, на удобренном фоне при коэффициенте корреляции r = 0,52, массы малолетних сорняков – 36 % при коэффициенте корреляции r = 0,60. Без удобрений доля влияния численности малолетних сорняков на урожайность яровой пшеницы снижалась с 38 до 29 % при коэффициентах корреляции r = 0,62 и r = 0,54 соответственно, относительной массы сорняков – с 28 до 8 % при коэффициентах корреляции r = 0,53 и r = 0,28. Установлена высокая доля влияния биомассы культуры на продуктивность яровой пшеницы в 2022 г. до 80 % на удобренном фоне. Влияние остальных показателей варьировало от 4 до 48 %.

Яровая пшеница с большой биомассой характеризовалась высокой конкурентоспособностью к малолетним сорнякам, что привело к снижению их доли в агрофитоценозе без удобрений. Азотные удобрения способствовали нарастанию как биомассы культуры, так и сорного компонента. Во влагообеспеченном 2023 г. доля влияния сорного компонента на формирование биомассы яровой пшеницы была невысокой, особенно на фоне азотных удобрений – от 4 до 21 %, без удобрений величина этого показателя достигала от 26 до 36 %.

На фоне с азотными удобрениями установлена сильная зависимость (r = 0,90) между продуктивностью яровой пшеницы и численностью малолетних сорняков в засушливом 2021 г., без их использования корреляция была средней. В переувлажненном 2023 г. на фоне азотных удобрений зависимость продуктивности культуры от ее биомассы снижалась до 6 %, при коэффициенте корреляции r = 0,25, от численности, массы и доли малолетних сорняков – соответственно до 10 % (r = 0,31), 21 % (r = 0,46) и 4 % (r = 0,19).

Выводы. Засоренность яровой пшеницы в севооборотах и при бессменном возделывании в основном определяли метеоусловия. Формирование наземной массы сорных растений усиливалось как в засушливых, так и в избыточно увлажненных условиях. Лучшими предшественниками для формирования биомассы яровой пшеницы были люпин и горох + овес, в среднем различия по годам достигали 1622 г/м². Внесение азотных удобрений увеличивало биомассу яровой пшеницы в среднем на 722 г/м². Рапс и бессменный посев наиболее устойчиво снижающие засоренность. Влажные условия 2023 г. способствовали резкому увеличению численности сорняков на 75 %. В засушливые годы доля влияния численности малолетних сорняков и биомассы культуры на продуктивность яровой пшеницы на удобренном фоне достигала 80…82 %. На фоне удобрений в переувлажненный год корреляционная зависимость продуктивности культуры от изучаемых факторов снижалась на 15…74 %.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ.

Работа выполнена за счет средств бюджета Челябинского научно-исследовательского института сельского хозяйства в рамках Государственного задания Минобрнауки РФ. Никаких дополнительных грантов на проведение или руководство данным конкретным исследованием получено не было.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ.

В работе отсутствуют исследования человека или животных.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ.

Авторы работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Литература.

1. *Чевычелова Н. В., Жаркова С. В., Шевчук Н. И. Приемы агротехнологии на посевах яровой пшеницы и их влияние на рост и развитие растений // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2024. № 4(234). С. 38–44.*
2. *Продуктивность и рентабельность льна масличного в зависимости от погодных условий и технологии выращивания в условиях засушливого земледелия / К. А. Акшалов, М. Б. Кужинов, О. Н. Баймуканова и др. // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. 2023. № 1–1(116). С. 196–211.*
3. *Фисунов Н. В., Шулепова О. В., Фоминцев А. В. Засоренность и урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Зауралья // Вестник*

Мичуринского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (67). С. 54–58.

4. *Скороходов В. Ю., Зоров А. А Особенности влияния парового поля на формирование агроценоза и продуктивность яровой пшеницы в полевых севооборотах региона с неустойчивым увлажнением // Российская сельскохозяйственная наука. 2021. № 5. С. 3–8.*
5. *Горянин О. И., Щербинина Е. В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 11–14.*
6. *Малышкин Н. Г. Оценка видового состава растений рудеральных и сегетальных местообитаний Аромашевского района Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2022. № 2(179). С. 29–34.*
7. *Шаталина Л. П., Анисимов Ю. Б., Калюжина Е. Л Ассоциации сорных растений в агрофитоценозах яровой пшеницы // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 2. С. 25–29.*

Поступила в редакцию 21.02.2025
После доработки 13.03.2025
Принята к публикации 08.04.2025