СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ТВЕРДОЙ ПШЕНИЦЫ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

СКОРОХОДОВ Виталий Юрьевич, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук»

Статья посвящена изучению роли черного и занятого паров в увеличении продуктивности яровой твердой пшеницы и сохранении почвенного плодородия в условиях степной зоны Южного Урала. Исследовано влияние систематического внесения минеральных удобрений в севооборотах с различными видами пара на продуктивность яровой твердой пшеницы и сохранение почвенного плодородия. Приведены среднесезонные данные запасов в почве макроэлементов в период посева и уборки культуры, ее урожайности по черному и почвозащитному (занятому) парам по ротациям шестипольных севооборотов на двух фонах питания. Рассчитан показатель засушливости (ГТК) месяцев вегетационного периода в среднем по ротациям севооборотов. Самым благоприятным для полевых культур в первую ротацию был период 2003–2008 гг. Установлено, что возделывание суданской травы в занятых парах является эффективным почвозащитным приемом, позволяющим повысить продуктивность звена с твердой пшеницей и севооборота в целом. Продуктивность звена в среднем за 18 лет исследований возросла на 3,15 и 2,79 тыс. к.ед. в сравнении с возделыванием твердой пшеницы по черному пару.

Введение. Яровая твердая пшеница, являясь наиболее ценной зерновой культурой, востребована как в Российской Федерации, так и за рубежом. Оренбургская область – один из ведущих регионов страны по производству зерна твердой пшеницы, хотя по урожайности она уступает другим зерновым культурам [1, 2].

Повышение урожайности и качества зерна яровой твердой пшеницы в значительной степени достигается путем улучшения состава предшественников, сохраняющих и повышающих почвенное плодородие [3, 4]. В результате многолетних исследований установлено, что в Оренбургской области лучшим предшественником для яровой твердой пшеницы является черный пар [5, 6]. При возделывании твердой пшеницы по черному пару имеется существенный недостаток, который заключается в подверженности парового поля всем видам эрозии (водная, ветровая, биологическая). Данная проблема решается с помощью применения занятых (почвозащитных) паров с летним посевом суданской травы [7, 8].

В условиях неустойчивого увлажнения гарантом получения стабильных урожаев полевых культур является черный пар, но именно в нем происходят основные потери гумуса в процессе минерализации органического вещества [9].

Исследования, проведенные в Оренбургском НИИСХ, показали, что наилучший предшественник яровой твердой пшеницы – занятые пары. Урожайность пшеницы по почвозащитному (занятому посевом суданской травы) пару при применении минеральных удобрений составила 1,36 т/га. Прибавка урожайности твердой пшеницы по почвозащитному пару по сравнению с контрольным вариантом (твердая пшеница по черному пару) составила 0,23 т/га [10].

Использование биологических приемов (севооборот, система удобрений и др.) позволяет улучшать фитосанитарное состояние поля, увеличивать урожайность сельскохозяйственных культур, в целом выгодно использовать пашню и сохранять почвенное плодородие [11, 12].

Удобрения являются высокоэффективным средством, положительно влияющим на агрохимические свойства почвы. При повышенном содержании подвижных форм фосфора и калия происходит более интенсивная минерализация органического вещества растительных остатков. Внесенный минеральный азот является питательной средой для различных групп микроорганизмов, способствующих ускорению перехода элементов питания в доступную для растений форму [13].

Цель исследований – выявить влияние систематического внесения минеральных удобрений в севооборотах с различными видами пара на продуктивность яровой твердой пшеницы и сохранение почвенного плодородия.

Методика исследований. Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ «ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН», расположенном (в 20 км) восточнее г. Оренбурга, на правом берегу реки Урал, координаты участка – 51.775125° с.ш., 55.306547° в.д.

Почва опытного участка – чернозем южный карбонатный среднесильный тяжелого гранулометрического состава. Содержание гумуса в верхнем слое (0–30 см) – 3,2–4,0 %, общего азота – 0,20–0,30 %, доступного фосфора – до 2,5 мг, обменного калия – до 38 мг на 100 г почвы, с нейтральной (7,0) и слабощелочной (8,0) реакцией почвенного раствора.

Для определения подвижных питательных веществ в почве пробы отбирали в двух несмежных

повторениях в пахотном (0–30 см) слое почвы в период посева ранних яровых культур и их уборки. Каждый почвенный образец составляется из 8 выемок. Почвенные пробы анализировали на нитратный азот ионоселективным методом по Тюрину, фосфор – по Мачигину, калий – в углесаммонийной вытяжке методом пламенной фотометрии.

Климатическая норма среднесезонных выпадающих осадков составляла 367 мм, большая их часть (250 мм) выпадала с апреля по октябрь. Гидротермический коэффициент вегетационного периода составлял 0,70, что является показателем низкой влагообеспеченности растений.

Объект исследования – яровая твердая пшеница (сорт Оренбургская 21), возделываемая в шестипольном севообороте с черным и почвозащитным (занятым летним посевом суданской травы) парами, а также почвообразцы звена севооборота (пар черный – твердая пшеница; пар почвозащитный – твердая пшеница).

Опыт представлял собой возделывание яровой твердой пшеницы по различным (черный и почвозащитный) парам в системе шестипольного севооборота по следующей схеме.

1. Изучаемое звено (пар черный – яровая твердая пшеница) – яровая мягкая пшеница – просо – яровая мягкая пшеница – ячмень.

2. Изучаемое звено (пар почвозащитный – яровая твердая пшеница) – яровая мягкая пшеница – просо – яровая мягкая пшеница – ячмень.

Сельскохозяйственную культуру в последействии черного и почвозащитного (занятого) паров изучали на двух фонах минерального питания: без удобрения и с удобрениями в дозе $N_{40}P_{80}K_{40}$ кг д.в. на 1 га.

Общая площадь делянок составляла 1296 м², при ширине 14,4 м и длине 90 м. Длина делянок удобренного фона 30 м, неудобренного – 60 м. Учетная площадь уборки яровой твердой пшени-

цы на удобренном фоне – 60 м², на неудобренном – 120 м². Площадь учета парозанимающей культуры суданской травы – 10 м² на двух фонах питания.

Предпосевную культивацию выполняли культиватором КПС-4 (ОАО «КОРММАШ», Россия). Посев яровой твердой пшеницы и суданской травы проводили сеялкой СЗП-3,6 (ОАО «НПО СИБ-СЕЛЬМАШ», Россия); уборку – комбайном САМПО-500 (Сампо-Резенлев, Финляндия). Агротехника возделывания полевых культур в севообороте – принятая для центральной зоны Оренбургской области.

Статистическую обработку данных полевого опыта проводили с помощью Microsoft Office, с применением программы Excel. Обработка данных – Statistica 12.0 (StatSoftJnc, США) с помощью метода множественной регрессии. Полевые опыты проводили согласно [14, 15].

Результаты исследований. Агрометеорологические условия вегетационных периодов относятся к трем группам засушливости (по Селянинову, 1966): 1-я – незначительно засушливый (ГТК = 0,8 и более), 2-я – засушливый (ГТК = 0,6–0,8), 3-я – очень засушливый (ГТК = 0,6 и менее). В табл. 1 представлены средние (за ротацию севооборота) показатели температуры воздуха и суммы выпавших осадков за май, июнь, июль, август и за вегетационный период в целом.

Гидротермический коэффициент характеризует засушливость данного участка в определенный временной период. Нами рассчитан ГТК по месяцам вегетационного периода (с мая по август) в среднем за ротацию севооборотов. В среднем за I ротацию вегетационный период характеризовался как засушливый (ГТК = 0,68). Во II и III ротациях ГТК вегетационного периода составил 0,45 и 0,41 соответственно, что является показателем очень сильной его засушливости.

В I ротации севооборотов (2003–2008 гг.) май и июль отличались незначительной засуш-

Таблица 1

Метеорологические условия в годы проведения исследований

Показатель	Период ротации севооборота	Месяц				За вегетационный период
		май	июнь	июль	август	
Температура воздуха, °С	I ротация 2003–2008 гг.	16,1	19,6	21,6	22,0	19,8
	II ротация 2009–2014 гг.	17,4	22,2	23,6	22,4	21,4
	III ротация 2015–2020 гг.	16,0	20,4	22,9	21,4	20,2
	Климатическая норма	15,0	19,7	21,9	20,0	19,1
Сумма осадков, мм	I ротация 2003–2008 гг.	40	41	63	16	40
	II ротация 2009–2014 гг.	20	27	26	41	28
	III ротация 2015–2020 гг.	36	20	36	15	27
	Климатическая норма	38	44	41	32	155
ГТК	I ротация 2003–2008 гг.	0,83/I	0,73/II	0,94/I	0,24/III	0,68/II
	II ротация 2009–2014 гг.	0,40/III	0,42/III	0,35/III	0,62/II	0,45/III
	III ротация 2015–2020 гг.	0,56/III	0,33/III	0,51/III	0,25/III	0,41/III

Примечание: над чертой показатель ГТК, под чертой – характеристика засушливости по Селянинову.

ливостью, июнь был засушливым, август – очень засушливым. Во II и III ротациях в среднем по месяцам вегетационного периода индекс ГТК не превысил 0,6 ед., что относит их к 3-й группе (очень засушливый). Исключением является показатель ГТК августа во II ротации севооборотов, который составил 0,62 ед. (засушливый). Температурный фон в среднем по трем ротациям превышал среднегодовые показатели климатической нормы, как по месяцам, так и за вегетационный период. Также отмечали недостаток осадков по месяцам вегетационного периода относительно климатической нормы.

Содержание макроэлементов в почве является фактором, регулирующим уровень продуктивности культуры, звена и в целом севооборота. В начале парования весной отмечали примерно одинаковое содержание нитратного азота в черном и занятом парах. В черном пару на удобренном фоне содержалось нитратного азота в среднем за I ротацию 4,7 мг, за II ротацию – 4,8 мг, за III ротацию – 12,0 мг на 100 г почвы (табл. 2). К

осени на этом варианте содержание нитратного азота увеличивалось до 13,7; 14,7 и 26,2 мг на 100 г почвы соответственно.

В почвозащитном пару на удобренном фоне весной в I ротации нитратного азота содержалось 4,8 мг, во II ротации – 5,1 мг и в III ротации – 12,2 мг на 100 г почвы. К осени в этом варианте наблюдалось небольшое увеличение нитратного азота (4,6; 11,4 и 21,2 мг соответственно по ротациям). Небольшое содержание нитратного азота в поле почвозащитного пара к осени объяснялось использованием его парозанимающим посевом суданской травы.

В почве под посевом твердой пшеницы по черному пару к концу вегетации культуры содержание азота составляло в I ротации на двух фонах питания 3,3 мг на 100 г почвы; во II ротации на удобренном фоне – 6,6 мг, на неудобренном – 5,7 мг; в III ротации – 10,9 и 10,6 мг на 100 г почвы соответственно. В I ротации, в среднем за шесть лет, яровой твердой пшеницей использовано на формирование урожайности

Таблица 2

Содержание подвижных питательных веществ, мг на 100 г почвы

Пар, культура, предшественник	Ротационный период	Срок определения запасов макроэлементов					
		весна			осень		
		NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пар черный кулисный по ячменю	2003–2008 гг.	4,7	6,0	40,6	13,7	5,8	44,6
		4,1	3,5	36,3	11,9	4,3	38,2
	2009–2014 гг.	4,8	5,5	40,9	14,7	5,4	38,0
		4,8	3,8	37,7	15,2	4,8	37,6
	2015–2020 гг.	12,0	6,6	42,7	26,2	5,5	42,2
		8,6	4,1	37,1	22,7	4,7	37,5
	HCP ₀₅	A	2,55	0,90	1,82	0,36	2,69
		B	1,71	0,47	2,77	0,66	2,59
		A+B	1,39	0,70	2,48	0,58	2,82
Пар почвозащитный по ячменю	2003–2008 гг.	4,8	6,5	41,1	4,6	6,5	45,4
		3,8	3,5	39,1	4,4	4,4	38,3
	2009–2014 гг.	5,1	5,6	37,7	11,4	5,3	38,7
		4,5	4,2	37,0	9,6	4,6	38,2
	2015–2020 гг.	12,2	6,6	42,8	21,2	5,2	40,3
		9,2	4,5	36,4	21,5	4,2	36,9
	HCP ₀₅	A	2,28	0,93	2,11	0,58	3,35
		B	1,76	0,41	2,43	0,56	2,58
		A+B	0,95	0,88	2,26	0,49	3,67
Твердая пшеница по черному пару	2003–2008 гг.	5,5	5,6	45,8	3,3	6,3	48,9
		4,6	3,7	42,6	3,3	4,2	41,4
	2009–2014	6,4	6,0	39,1	6,6	5,2	38,1
		6,0	4,2	38,8	5,7	4,4	37,3
	2015–2020	18,9	7,0	41,9	10,9	5,4	42,7
		8,6	4,5	36,8	10,6	4,6	38,1
	HCP ₀₅	A	4,57	1,08	2,22	0,71	3,59
		B	1,59	0,48	2,44	0,74	2,50
		A+B	3,84	0,84	3,17	0,53	3,36
Твердая пшеница по почвозащитному пару	2003–2008	4,5	5,5	45,0	2,7	5,7	42,4
		4,5	3,8	39,8	2,1	3,9	41,8
	2009–2014	6,2	5,9	36,8	8,0	5,1	37,9
		6,3	4,0	37,9	5,9	4,8	35,4
	2015–2020	11,9	6,4	41,4	10,5	4,3	9,2
		8,1	4,0	35,2	11,2	4,23	37,6
	HCP ₀₅	A	2,23	0,69	2,72	0,56	2,30
		B	1,30	0,38	3,07	0,65	2,86
		A+B	1,85	0,76	2,46	0,60	2,44

Примечание: над чертой – удобренный фон; под чертой – неудобренный.

больше нитратного азота в последствии почвозащитного пара. Остаточное его количество к уборке составило 2,7 мг на удобренном фоне, 2,1 мг на неудобренном фоне, что на 0,3 и 0,7 мг меньше, чем в последствии черного пара, соответственно по фонам питания.

Наибольшая, в среднем за 18 лет исследований, урожайность зерна яровой твердой пшеницы 1,07 т/га получена в севообороте с черным паром на удобренном фоне (табл. 3). Урожайность твердой пшеницы, полученная на неудобренном фоне, в севообороте с черным паром превышала ее в варианте с почвозащитным паром на неудобренном фоне.

На удобренном фоне урожайность в севообороте с черным паром превысила на 0,13 т/га этот показатель в варианте с почвозащитным паром. В целом урожайность твердой пшеницы, возделываемой в севообороте с черным паром на двух фонах питания, была выше полученной в последствии почвозащитного пара. Урожайность парозанимающей культуры суданской травы увеличивала продуктивность, как звена с твердой пшеницей, так и севооборота в целом.

При высокой урожайности суданской травы в I ротацию севооборота получена наибольшая продуктивность звена с твердой пшеницей на удобренном фоне – 5,85 тыс. к.ед. и на неудобренном – 4,79 тыс. к.ед. В среднем за 18 лет исследований выход кормовых единиц в звене твердой пшеницы с почвозащитным паром составил 4,51 и 3,91 тыс. на удобренном и неудобренном фонах соответственно.

Заключение. Систематическое применение минеральных удобрений при возделывании яровой твердой пшеницы после черного и занятого (посевом суданской травы) паров способствует увеличению макроэлементов в почве. Это повышало урожайность культуры в среднем за 18 лет исследований до 1,07 и 0,88 т/га после черных и до 0,95 и 0,84 т/га после почвозащитных паров на удобренном и неудобренном фонах соответственно.

Использование парозанимающей культуры (суданской травы) увеличивает продуктивность звена с твердой пшеницей и севооборота в целом. Продуктивность звена в среднем за годы исследований возросла на 3,15 тыс. к.ед. (удобренный фон) и 2,79 тыс. к.ед. (неудобренный фон) в сравнении с возделыванием твердой пшеницы по черному пару.

Исследования выполняются в соответствии с планом НИР на 2021–2023 гг. ФГБНУ БСТ РАН (№ 0761-2019-0003).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бесалиев И.Н., Тухватуллин М.Ф. Урожайность сортов твердой пшеницы на фоне различных видов основной обработки почвы в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. – Т. 1. – № 21. – С. 22–23.
2. Бесалиев И.Н., Крючков А.Г. Обеспеченность растений яровой твердой пшеницы азотом в зависимости от условий агротехники и ее урожайность // Известия Оренбургского государственного университета. – 2016. – № 5. – С. 27–30.

Таблица 3

Продуктивность полевых культур в среднем по ротациям севооборотов и за годы исследований

Период ротации, севооборота	Фон питания	Урожайность, т			Продуктивность звена, тыс. к.ед.	
		твердая пшеница по черному пару	твердая пшеница по почвозащитному пару	суданская трава	пар черный – твердая пшеница	пар почвозащитный – твердая пшеница
I ротация 2003–2008 гг.	A	1,17	1,10	22,23	1,48	5,85
	B	1,05	0,98	17,76	1,33	4,79
II ротация 2009–2014 гг.	A	1,13	0,98	13,33	1,43	3,91
	B	0,82	0,83	12,13	1,04	3,48
III ротация 2015–2020 гг.	A	0,91	0,76	13,99	1,16	3,76
	B	0,78	0,70	12,78	0,99	3,45
Среднее за 2003–2020 гг.	A	1,07	0,95	16,52	1,36	4,51
	B	0,88	0,84	14,22	1,12	3,91
НСР ₀₅	A	0,38	0,37	0,42	0,49	0,78
	B	0,34	0,36	0,60	0,43	0,67
	A+B	0,16	0,11	0,24	0,20	0,26

Примечание: А – удобренный фон, В – неудобренный; НСР₀₅ урожайности суданской травы и продуктивности звена, рассчитано по к. ед.

3. Влияние густоты стояния растений яровой твёрдой пшеницы на её урожайность в степной зоне Южного Урала / Н.А. Максюттов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (65). – С. 16–18.

4. Горянин О.И., Щербинина Е.В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в Поволжье // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 6. – С. 11–14.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 351 с.

6. Кузнецов Д.А. Влияние минеральных удобрений и норм высева на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 11. – С. 25–29.

7. Ложкин А.Г. Ресурсосберегающие способы обработки почвы в севооборотах с чистым и сидеральным парами // АгроСнабФорум. – 2016. – № 3 (142). – С. 48–49.

8. Ложкин А.Г., Дмитриев В.Л. Влияние черного и сидерального паров на урожайность озимой ржи // Инновации природоустройства и защиты окружающей среды: материалы I Национальной науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Саратов, 2019. – С. 551–553.

9. Методика государственного испытания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1989. – Вып. 2. – 250 с.

10. Минеральное питание при возделывании сельскохозяйственных культур в севообороте / А.В. Панфилов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 12. – С. 34–36.

11. Перспективы возделывания яровой пшеницы в условиях засушливого Поволжья / В.Г. По-

пов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 5. – С. 28–33.

12. Совершенствование технологий возделывания яровой пшеницы для устойчивого развития сельского хозяйства Поволжского региона / И.В. Сергеева [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 10. – С. 59–65.

13. Урожайность яровой твердой пшеницы в зависимости от погодных условий, предшественников и фона питания в степной зоне Южного Урала / Н.А. Максюттов [и др.] // Земледелие. – 2015. – № 7. – С. 14–16.

14. Урожайность твердой пшеницы в зависимости от предшественников в полевых севооборотах и при бессменном посеве в Оренбургском Предуралье / В.М. Жданов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 2. – С. 40–43.

15. Эффективность применения почвенных кондиционеров и удобрений при возделывании яровой пшеницы / И.С. Полетаев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 2. – С. 38–43.

Скороходов Виталий Юрьевич, канд. с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук», Россия.

460051, г. Оренбург, просп. Гагарина, 27/1.

Тел.: 89068458745;

e-mail: skorohodov.vitali1975@mail.ru.

Ключевые слова: продуктивность; звено севооборота; яровая твердая пшеница; урожайность.

IMPROVEMENT OF CULTIVATION TECHNOLOGY OF SPRING DID WHEAT IN THE STEPPE ZONE OF THE SOUTH-ERN URALS

Skorokhodov VitalyYurievich, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Russia.

Keywords: productivity; crop rotation link; spring durum wheat; productivity.

The article is devoted to the study of the role of black and busy fallows in increasing the productivity of spring durum wheat and maintaining soil fertility in the steppe zone of the Southern Urals. The aim of the study was the effect of the systematic application of mineral fertilizers in crop rotations with various types of fallow on the productivity of spring durum wheat and the preservation of soil fertility. The article presents the

average long-term data on the stocks of macronutrients in the soil during the sowing and harvesting of spring durum wheat, its productivity in black and soil-protective (occupied) fallows according to rotations of six-field crop rotations on two nutrition backgrounds. The drought indicator (DTC) of the months of the growing season was calculated on average for rotations of crop rotations, on the basis of which it can be seen that the most favorable period for field crops was in the first rotation (2003-2008). Cultivation of Sudanese grass in busy pairs is an effective soil-protective technique that allows you to increase the productivity of the link with durum wheat and crop rotation in general. The productivity of the link, on average, over 18 years of research, increases by 3.15 and 2.79 tons of feed units in comparison with the cultivation of durum wheat on black fallow.