

Земледелие и мелиорация

УДК 633.11«321»:631.581:631.582(470.56)

DOI: 10.31857/S250026272105001X

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ПАРОВОГО ПОЛЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ АГРОЦЕНОЗА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОЛЕВЫХ СЕВОБОРОТАХ РЕГИОНА С НЕУСТОЙЧИВЫМ УВЛАЖНЕНИЕМ***В. Ю. Скороходов**, кандидат сельскохозяйственных наук,
А. А. Зоров, кандидат сельскохозяйственных наук*Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук,
460051, Оренбург, просп. Гагарина, 27/1
E-mail: skorohodov.vitali1975@mail.ru*

Исследования проводили с целью определения влияния последствия разнопаровых предшественников на формирование агроценоза и продуктивности яровой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала. Полевые опыты выполняли на богаре в 2015–2020 гг. Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов: звено севооборота (фактор А) – с чистым паром, с занятым паром (суданская трава), с сидеральным паром (горох+овёс); удобрения (фактор В) – без удобрений, $N_{40}P_{80}K_{40}$. Наибольшее потребление продуктивной влаги из метрового слоя за вегетацию парозанимающих культур отмечено в занятом почвозащитном (98,9 мм) и сидеральном (93,8 мм) парах. Яровая пшеница (твёрдая и мягкая) использует больше почвенной влаги в последствии чистого пара (соответственно 111,0 и 96,3 мм). При замене чистых паров занятыми отмечено изменение соотношения сеgetальной растительности в агроценозе, которое приводило к нарастанию численности многолетних сорняков в посевах второй и последующих культур севооборота. Использование севооборотов с соответствующей агротехникой позволяет снизить засорённость посевов различными группами сорняков к уборке твёрдой пшеницы по чистому пару до 15,6...12,2 шт./м², мягкой пшеницы – до 16,7...11,8 шт./м² в зависимости от фона удобрения. Количество многолетних сорняков к уборке в посевах мягкой пшеницы после почвозащитного пара на удобренном фоне составило 1,2 шт./м², на неудобренном – 3,7 шт./м², после сидерального – 3,2 шт./м² на обоих фонах питания.

FEATURES OF THE INFLUENCE OF THE STEAM FIELD ON THE FORMATION OF AGROCENOSIS AND THE PRODUCTIVITY OF SPRING WHEAT IN THE FIELD CROP ROTATIONS OF THE REGION WITH UNSTABLE HUMIDITY**Skorokhodov V.Yu., Zorov A.A.***Federal Scientific Center of Biological Systems and Agrotechnologies, Russian Academy of Sciences,
460051, Orenburg, prosp. Gagarina, 27/1
E-mail: skorohodov.vitali1975@mail.ru*

The article presents long-term data of field experience on the productivity of spring wheat and agrocenosis in crop rotations with the influence of different types of steam in the region of unstable moisture. The aim of the study is to determine the influence of the aftereffect of different-pair precursors on the formation of agrocenosis and productivity of spring wheat in the conditions of the steppe zone of the Southern Urals. Field experiments were carried out in rain-fed conditions in 2015-2020 on two food backgrounds: fertilized ($N_{40}P_{80}K_{40}$) and non-fertilized. As a result of the study, the consumption of productive moisture of the meter layer during the growing season by spring wheat and fallow crops was established. The largest amount of it in the experiment is used by the employed pairs of soil protection (98.9 mm) and sideral (93.8 mm). Spring wheat (hard and soft) uses more soil moisture in the aftereffect of pure steam (111.0 and 96.3 mm, respectively). When replacing black vapors with occupied ones, a change in the ratio of segetal vegetation in the agrocenosis was noted, which leads to an increase in perennial weeds in the crops of the second and subsequent crops of the crop rotation. The use of different types of steam in crop rotations with appropriate agricultural techniques allows to reduce the contamination of crops with various weeds. The use of crop rotations with appropriate agricultural techniques allows to reduce the contamination of crops by various groups of weeds for harvesting durum wheat by pure steam up to 15.6...12.2 pcs., soft wheat up to 16.7... 11.8 pcs. per 1 m² by backgrounds, respectively. The number of perennial weeds for harvesting in soft wheat crops in the aftereffect of soil-protective steam on a fertilized background was 1.2 pcs., non-fertilized 3.7 pcs. per 1 m². Over the years of research, the number of perennials in soft wheat crops in the aftereffect of sideral steam was 3.2 pcs. on two food backgrounds.

Ключевые слова: засорённость, продуктивность, занятый пар, чистый пар, севооборот, почвенная влага, сидеральный пар, удобрение

Key words: weediness, productivity, occupied fallow, clean fallow, crop rotation, soil moisture, green manure fallow, fertilizer

Яровая пшеница формирует хорошие урожаи на окультуренных почвах с высоким плодородием при достаточном увлажнении и фитосанитарном состоянии [1, 2]. Для увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур и стабилизации производства качественного зерна в степной зоне Южного Урала необходимо совершенствовать структуру пашни с учётом

зональных почвенных и климатических особенностей, видов полевых севооборотов (с подбором наиболее продуктивных предшественников), ресурсосберегающих систем обработки почвы [3, 4].

Снижение урожайности и качества зерна в севооборотах без пара (особенно в монокультуре) происходит из-за ухудшения плодородия почвы, повышения за-

*Исследование выполнено в соответствии с планом НИР на 2020–2021 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0003).

сорённости и усиления инфекционного фона, в первую очередь на полях без применения удобрений [5, 6, 7].

Рациональное чередование культур в севообороте выступает средством улучшения фитосанитарного состояния посевов, снижает засорённость, повреждение растений вредителями и поражение их болезнями [8, 9]. Длительное возделывание на одном участке мало отличающихся по биологии групп растений приводит к увеличению засорённости посевов видами сорняков, приспособленных к совместному произрастанию с теми или иными культурными [10]. Кроме того, установлена тесная связь засорённости посевов с поражением яровой пшеницы болезнями. Например, в изреженных посевах с доминированием сорняков растения культуры поражались возбудителями корневой гнили в среднем на 6 % сильнее, чем в более густых ценозах с преобладанием пшеницы [11].

Применение интенсивных механических обработок приводит к уменьшению содержания органического вещества в почве [12, 13, 14]. При этом многие авторы сообщают о нарастающей численности сегетальной флоры, особенно с многолетним жизненным циклом при минимализации почвенных обработок [15, 16, 17].

На формирование вегетативной массы сорняков расходуется большое количество питательных веществ и продуктивной влаги, что создаёт негативные условия для роста и развития культурных растений, особенно в засушливые годы [18, 19]. В последние годы первостепенное значение в борьбе с сорной растительностью приобретают энерго- и ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур с биологическими, экологизированными методами защиты растений [20, 21, 22].

Ведущее место в борьбе с засорённостью агрофитоценозов и повышении урожайности сельскохозяйственных культур отводится научно-обоснованным севооборотам с чередованием культур и пара [23, 24]. Многие учёные отмечают нарастание засорённости посевов по мере удаления культуры от чистых паров, резкое ее увеличение происходит в третий год ротации севооборота [25, 26]. Особая сороочищающая роль в севооборотах принадлежит паровым полям [27].

Многофакторный агротехнический приём, обеспечивающий всестороннее влияние на агроэкосистему, повышающий продукционную и средообразующую

роль севооборотов – размещение в занятых парах сидеральных культур. Запахиваемая в качестве удобрения зелёная масса улучшает водно-физические, химические и биологические свойства почвы, выполняет фитосанитарную роль, снижает засорённость в посевах последующих культур [28, 29].

Цель исследований – определить влияние действия и последствий предшественников с разными видами пара на формирование агроценоза и продуктивность яровой пшеницы в засушливых условиях степной зоны Южного Урала.

Методика. Полевые опыты проводили в богарных условиях в 2015–2020 гг. в многолетнем стационарном полевом опыте по севооборотам и бессменным посевам агрокультур ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН (координаты участка – 51.775125° с.ш., 55.306547° в.д.).

Схема опыта предполагала изучение следующих вариантов: звено севооборота (фактор А) – с чистым паром, с занятым паром (суданская трава), с сидеральным паром (горох+овёс); удобрения (фактор В) – без удобрений, N40P80K40. Площадь делянок, занятых парами, яровой твёрдой и мягкой пшеницей (первая и вторая культура после пара) на удобренном фоне составлял 432 м² (14,4 м × 30 м), на неудобренном – 864 м² (14,4 м × 60 м). В опыте использовали следующие культуры, сорта и нормы высева: яровая твёрдая пшеница (Оренбургская 21, норма высева 4 млн всхожих семян на 1 га); яровая мягкая пшеница (Саратовская 42, норма высева 4,5 млн всхожих семян на 1 га). Севообороты развёрнуты во времени и пространстве в четырёхкратной повторности.

Почва опытного участка – чернозём южный карбонатный среднемощный тяжелосуглинистый, в пахотном (0...30 см) слое которого содержится 3,2...4,0 % гумуса (по Тюрину), 0,20...0,30 % общего азота (по Кьельдалю), 15...25 мг/кг подвижного фосфора (по Мачигину) и 300...380 мг/кг обменного калия (по Масловой). Реакция почвенного раствора нейтральная и слабощелочная (рН водной вытяжки – 7,0...8,1 ед.). Влажность почвы определяли ежегодно в начале и конце вегетации во всех вариантах опыта.

Результаты и обсуждение. Продуктивная почвенная влага выступает фактором, лимитирующим урожайность полевых культур и в целом продуктивность

Табл. 1. Урожайность культур в звеньях севооборота и использование ими почвенной влаги в зависимости от вида пара и удобрений (среднее за 2015–2020 гг.)

Звено севооборота	Культура севооборота								
	пар, парозанимающая культура			твёрдая пшеница			мягкая пшеница		
	урожайность, т/га*	продуктивная влага, мм**		урожайность, т/га	продуктивная влага, мм		урожайность, т/га	продуктивная влага, мм	
в период посева ранних зерновых		израсходованная за вегетацию	в период посева ранних зерновых		израсходованная за вегетацию	в период посева ранних зерновых		израсходованная за вегетацию	
С чистым паром	-	34,4 111,2	12,7 25,3	0,90 0,78	36,8 136,3	30,2 111,0	0,83 0,85	34,6 121,4	28,0 96,3
С занятым паром	13,99 12,78	42,8 143,5	35,2 98,9	0,76 0,69	32,1 109,2	26,7 89,6	0,84 0,83	34,8 115,5	26,0 87,9
С сидеральным паром	13,04 9,51	37,3 117,9	29,6 93,8	0,70 0,65	31,4 113,3	22,0 85,3	0,81 0,79	32,2 110,9	24,7 89,5

*в числителе – удобренный фон, в знаменателе – неудобренный;
**в числителе – слой 0...30 см, в знаменателе – 0...100 см.

севооборота. В весенний период в чистом пару и перед посевом парозанимающих культур в среднем за 6 лет в метровом слое почвы накапливалось 111,2...143,5 мм продуктивной влаги (табл. 1). В почвозащитном пару величина этого показателя была выше, чем в чистом и сидеральном. В чистом пару из-за отсутствия растительности и проведения сплошных культиваций в течение лета все выпавшие осадки и часть (25,3 мм) влагозапасов метрового слоя расходуются непродуктивно на испарение. В почвозащитном пару для формирования урожайности (13,99 т/га – на удобренном и 12,78 т/га – на неудобренном фонах) расходуется 98,9 мм продуктивной влаги весенних влагозапасов, причём часть ее теряется на физическое испарение. Последнее в основном происходит в первой половине вегетационного периода, когда поле обрабатывают по типу чистого пара путем сплошной культивацией под посев суданской травы в третьей декаде июня. Во второй половине лета почвенная влага и выпавшие осадки использовались на формирование листостебельной массы суданской травы.

В занятом сидератами (горох + овёс) пару за вегетацию из метрового слоя расходовалось 93,8 мм продуктивной влаги, а также выпадающие атмосферные осадки. При таком расходе в среднем за шесть лет исследований в варианте с удобрениями формировалось 13,04 т/га сидеральной массы, улучшающей почвенное плодородие, на неудобренном фоне – 9,51 т/га.

Весной перед посевом твёрдой пшеницы наибольшее содержание почвенной влаги отмечали в чистом пару (136,3 мм). В почвозащитном и сидеральном парах накапливалось и сохранялось примерно одинаковое (109,2 и 113,3 мм) количество почвенной влаги, что

позволило получить урожайность твёрдой пшеницы на неудобренном фоне 0,69 и 0,65 т/га соответственно. Наибольшее количество продуктивной почвенной влаги эта культура расходует из метрового слоя после чистого пара (111,0 мм). Ее использование в сочетании с выпавшими осадками вегетационного периода позволило в среднем за годы исследований обеспечить формирование урожайности твёрдой пшеницы на фоне без удобрений 0,78 т/га. Прибавка от применения минеральных удобрений в этом варианте составила 0,12 т/га, что позволяет считать чистый пар лучшим предшественником для этой культуры на обоих фонах питания. Прибавка урожая твёрдой пшеницы от применения удобрений после сидерального пара составила 0,05 т/га, после почвозащитного – 0,07 т/га.

На второй культуре (яровая мягкая пшеница) после чистого пара отмечено отсутствие эффекта от применения удобрений – ее урожайность в последствии чистого пара на неудобренном фоне была на 0,02 т/га выше, чем на удобренном.

Наибольшая продуктивность трёхпольного звена севооборота с яровой твердой и мягкой пшеницей отмечена в сочетании с почвозащитным паром. Используемая в этом варианте в качестве парозанимающей культуры суданская трава увеличивала выход продукции в звене севооборота благодаря мощной быстрорастущей листостебельной массе. Сбор ее зелёной массы на удобренном фоне достигал 2,8 тыс. корм. ед./га, на неудобренном – 2,56 тыс. корм. ед./га. В итоге продуктивность звена севооборота составила соответственно 1,61 тыс. и 1,50 тыс. корм. ед./га (табл. 2). В звене сидеральным паром в среднем за годы исследований

Табл. 2. Продуктивность полевых культур и звена севооборота с разными видами пара на двух фонах питания (в среднем за 2015–2020 гг.), тыс. корм. ед./га

Вид пара	Фон питания*	Продуктивность				
		пар занятый и сидеральный	твёрдая пшеница	мягкая пшеница	по звену севооборота	предшественник парового поля (ячмень)
Чистый кулисный	I	-	1,14	1,06	0,73	1,39
	II	-	0,99	1,09	0,69	1,23
НСП ₀₅ по факторам	A	-	0,06	0,07	0,04	0,12
	B	-	0,06	0,07	0,04	0,10
	AB	-	0,09	0,11	0,11	0,27
Почвозащитный (занятый посевом суданской травы)	I	2,80	0,96	1,07	1,61	1,33
	II	2,56	0,88	1,06	1,50	1,25
НСП ₀₅ по факторам	A	0,08	0,08	0,07	0,06	0,13
	B	0,05	0,08	0,08	0,06	0,10
	AB	0,33	0,16	0,11	0,12	0,29
Сидеральный (горох+овёс)	I	2,22	0,89	1,04	1,38	1,39
	II	1,62	0,82	1,01	1,15	1,31
НСП ₀₅ по факторам	A	0,08	0,06	0,06	0,06	0,12
	B	0,07	0,07	0,07	0,06	0,09
	AB	0,32	0,19	0,13	0,13	0,32

*I – удобренный фон, II – неудобренный фон.

урожаи горохоовсяной смеси на удобренном фоне находился на уровне 1,38 тыс. корм.ед./га, на неудобренном – 1,15 тыс. корм.ед./га.

Вместе с культурными растениями в севообороте вегетируют сорняки. В зависимости от вида пара в севообороте используют различные агротехнологические приёмы, которые приводят к увеличению или снижению численности малолетней и многолетней сеgetальной флоры.

В период всходов яровой твёрдой и мягкой пшеницы (первой и второй культуры после пара) наибольшее засорение малолетней растительностью отмечали после чистого пара. Количество сорняков в начале вегетации в посевах твёрдой пшеницы на удобренном и неудобренном фонах питания составило соответственно 67,2 и 41,0 шт./м², в посевах мягкой пшеницы – 81,0 и 53,8 шт./м² (табл. 3). К уборке сельскохозяйственных культур плотность стояния сорной растительности в посевах твёрдой пшеницы по чистому пару снижалась до 15,6 и 12,2 шт., мягкой пшеницы – до 16,7 и 11,8 шт./м² по фонам питания соответственно. При этом использование чистых паров в севообороте служит эффективным средством борьбы с многолетней сорной растительностью, численность которой в начале вегетации твёрдой пшеницы составляла 1,0 и 0,7 шт./м² на удобренном и неудобренном фоне.

При использовании почвозащитных паров отмечен повышенный фон многолетней сеgetальной флоры в посевах первой после пара культуры, как в начале вегетации (2,2 и 2,0 шт.), так и ко времени уборки (2,8 и 2,5 шт./м²) на удобренном и неудобренном фонах соответственно. Численность многолетних сорняков в посевах второй после пара культуры к уборке увеличивалась в последствии почвозащитного пара до 4,2 и 3,7 шт./м², сидерального – до 4,4 и 3,2 шт./м² соответственно

фонам питания. Сырая масса многолетних сорняков в фитоценозах мягкой пшеницы к уборке в звене с почвозащитным паром на удобренном фоне составляла 30 г/м², на неудобренном – 24,6 г/м², с сидеральным паром – 26,2 и 20,5 г/м² соответственно.

В севооборотах с разными видами пара и соответствующей им агротехникой происходит снижение засорённости различными группами сорняков. Особое внимание при этом уделяется обработке почвы. Так, при вспашке с оборотом пласта, семена однолетней сорной растительности, попадая на дно борозды, входят в состояние покоя и не прорастают. При последующей отвальной обработке почвы семена прошлых лет выворачиваются на поверхность, при этом часть из них утрачивают жизнеспособность, что положительно влияет на снижение сорной растительности в посевах. Этот приём используется в севооборотах с чистым паром, в котором при выполнении нескольких (3...4) культураций уничтожается подавляющая часть однолетней и многолетней сорной растительности (в результате подрезания корней многолетников происходит активное использование пластических веществ, что приводит к их истощению и гибели).

При глубоком безотвальном рыхлении в почвозащитных севооборотах (занятыми летним посевом суданской травы) семена однолетних сорных растений остаются на поверхности почвы, прорастают при обильном выпадении атмосферных осадков и гибнут при обработке. В занятых парах при плоскорезной обработке корневая система многолетних сорняков повреждается в меньшей степени. Летние механические обработки с мелким подрезанием корнеотпрысковых сорняков приводят к усиленному побегообразованию. При подрезании наземной массы сеgetальной растительности в корнях откладывается больше пластических веществ, что позволяет образовывать новые

Табл. 3. Засорённость посевов яровых твёрдой и мягкой пшеницы в последствии различных видов пара на двух фонах питания (в среднем за 2015–2020 гг.)

Группа сорняков	Вид пара	Фон питания*	Яровая твёрдая пшеница (первая культура после пара)			Яровая мягкая пшеница (вторая культура после пара)		
			количество сорняков в начале вегетации, шт./м ²	перед уборкой		количество сорняков в начале вегетации, шт./м ²	перед уборкой	
				количество сорняков, шт. на 1 м ²	сырая масса сорняков, г/м ²		количество сорняков, шт./м ²	сырая масса сорняков, г/м ²
Малолетние	чистый кулисный	I	67,2	15,6	66,8	81,0	16,7	72,9
		II	41,0	12,2	32,8	53,8	11,8	49,0
	почвозащитный (занятый посевом суданской травы)	I	54,0	14,6	78,0	74,3	11,3	85,3
		II	37,9	12,1	44,4	62,1	10,4	79,6
	сидеральный (горох+овёс)	I	62,3	14,9	64,1	68,2	15,9	89,7
		II	39,5	13,5	48,6	68,5	13,2	75,2
Многолетние	чистый кулисный	I	1,0	2,4	12,8	1,4	1,9	11,4
		II	0,7	2,0	10,2	1,0	1,5	11,2
	почвозащитный (занятый посевом суданской травы)	I	2,2	2,8	13,6	2,0	4,2	30,0
		II	2,0	2,5	14,0	1,8	3,7	24,6
	сидеральный (горох+овёс)	I	1,7	2,4	11,6	2,1	4,4	26,2
		II	1,4	2,2	10,9	2,0	3,2	20,5

*I – удобренный фон питания, II – неудобренный.

побеги. Размножаясь таким способом, многолетние сорняки увеличивают плотность посева культурных растений, снижая их урожайность. Необходимо выстраивать чередование сельскохозяйственных культур в севообороте таким образом, чтобы сорные растения, конкурирующие с одной культурой, подавлялись в следующем году другой, с иной биологией и агротехническими мероприятиями.

Таким образом, применение севооборотов и соответствующей им агротехники позволяет снизить засорённость посевов различными группами сорняков к уборке твёрдой пшеницы на удобренном и неудобренном фонах по чистому пару до 15,6...12,2 шт., мягкой пшеницы – до 16,7...11,8 шт./м². В чистых парах сохраняется и накапливается большее, чем в занятых и сидеральных парах, количество почвенной влаги.

Замена чистых паров в севообороте занятыми вызывает изменение соотношения сорных растений в агроценозе и приводит к нарастанию численности многолетних сорняков в посевах второй и последующих после пара культур. Так, к уборке в посевах мягкой пшеницы (второй после пара культуры) после почвозащитного пара на удобренном фоне оно было больше, чем в варианте с чистым паром, на 2,3 шт./м², на неудобренном – на 2,2 шт./м², в севообороте с сидератами – соответственно на 2,5 шт./м² и 1,7 шт./м² на.

Литература.

1. Лазарев В. И., Лазарева Р. И., Ильин Б. С. Агротехнологическая оценка возделывания яровой пшеницы по различным предшественникам в условиях Курской области // *Земледелие*. 2019. № 5. С. 25–27.
2. Усенко С. В., Усенко В. И., Гаркуша А. А. Эффективность приёмов обработки почвы и средств интенсификации на яровой пшенице в зависимости от метеоусловий и предшественника в лесостепи Алтайского Приобья // *Земледелие*. 2019. № 5. С. 16–21.
3. Чибис В. В., Чибис С. П. Формирование элементов плодородия почвы при плодосменном чередовании полевых культур в лесостепной зоне Западной Сибири // *Земледелие*. 2016. № 1. С. 2–22.
4. Biological activity influence of soil and nitrates on the yield of soft spring wheat in group rotation and permanent Sowing in Urals Southern Chernozems / D. V. Mitrofanov, N. A. Maksyutov, V. Yu. Skorokhodov, et al. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Т. 624. P. 012013.
5. Динамика плодородия почвы при возделывании яровой пшеницы в севооборотах и бессменно в зависимости от системы удобрения и обработки / С. Д. Гилёв, И. Н. Цимбаленко, Ю. В. Суркова и др. // *Земледелие*. 2017. № 4. С. 22–26.
6. Кирюшин В. И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтном земледелии // *Почвоведение*. 2019. № 9. С. 1130–1139. doi: 10.1134/S0032180X19070062.
7. The effect on nitrate nitrogen on barley yield on chernozem of the southern steppe zone of Southern Uras / V. Yu. Skorokhodov, N. A. Maksyutov, D. V. Mitrofanov, et al. // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Т. 624. P. 012202.
8. Черкасов Г. Н., Дудкин И. В. Контроль засорённости посевов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // *Земледелие*. 2010. № 1. С. 43–45.
9. Козлова З. В., Матаис Л. Н., Глушкова О. А. Влияние кормовых севооборотов на засорённость посевов и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях Прибайкалья // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2020. Т. 15. № 2 (58). С. 20–24.
10. Кудеяров В. Н. Почвенно-биологические аспекты состояния земледелия в Российской Федерации // *Почвоведение*. 2019. № 1. С. 109–121. doi: 10.1134/S0032180X1901009X.
11. Взаимодействие консортов в агроценозах яровой пшеницы Западной Сибири / Е. Ю. Торопова, Г. Я. Стецов, И. Г. Воробьева и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 9. С. 35–41.
12. Long-term tillage on yield and water use of grain sorghum and winter wheat under use of grain sorghum and winter wheat / A. J. Schiegel, Y. Asseta, C. R. Thompson, et al. // *Agronomy Journal*. 2018. Vol. 110. No. 1. P. 269–280. doi: 10.2134. agronj 2017.02.0104.
13. Cook R. L., Trilca A. Tillage and fertilizer effects on crop yield and soil properties over 45 years in Southern Illinois // *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108. No. 1. P. 415–426. doi: 10.2134. agronj 2015.0397.
14. Влияние технологии No-till на экологическое состояние черноземов южных Ростовской области / К. Ш. Казеев, Г. В. Мокриков, Ю. В. Акименко и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 1. С. 7–11.
15. First Case of Conyza canadensis from Hungary with Multiple Resistance to Glyphosate and Flazasulfuron / C. Palma-Bautista, B. K. Tahmasedi, P. T. Fernandez-Moreno, et al. // *Agronomy*. 2018. Vol. 8. No. 8. URL: <https://www.mdpi.com/2073-4395/8/8/157/htm> (дата обращения: 18.03.2021). doi: 10.3390/agronomy 8080157.
16. Herbicides as weed control agents: state of the art: I. Weed control research and safener technology: the path to modern agriculture / H. Kraehmer, B. Laber, C. Rosinger, et al. // *Plant Physiol*. 2014. Vol. 166. P. 1119–1131.
17. Weed dynamics and conservation agriculture principles / C. M. Pittelkow, B. A. Linguist, M. E. Lundy, et al. // *Areview*. 2015. Vol. 183. P. 56–68.
18. Кузьминых А. Н., Пашикова Г. И. Особенности формирования урожайности озимой ржи в зависимости от парового предшественника // *Аграрный вестник Урала*. 2016. № 3 (145). С. 7–11.
19. Козлова Л. М. Эффективность полевых севооборотов при различных уровнях интенсификации земледелия в Кировской области // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2014. № 2 (39). С. 30–34.
20. Effects of competition between short-rotation willow and weeds on performance of different clones and associated weed flora during the first harvest cycle / J. Albertsson, T. Verwijstb, D. Hansson, et al. // *Biomass and Bioenergy*. 2014. Vol. 70. P. 364–372.
21. Средообразующая роль фитосанитарных культур, возделываемых по No-till технологии, в севооборотах / А. Н. Власенко, Н. Г. Власенко, П. И. Кудашкин и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2019. Т. 33. № 6. С. 5–9.
22. Хисматуллин М. М. Бобовые и бобово-злаковые многолетние травы – составная часть органического земледелия Республики Татарстан // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 14. № 2 (53). С. 64–67.
23. Weed community responses to rotations with cover crops in maize-based conservation agriculture systems of Zimbabwe / B. Mhlangaa, S. Cheesmand, B. Maasdorpa, et al. // *Crop Protection*. 2015. Vol. 69. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0261219414003627> (дата обращения: 14.03.2021).

24. Сравнительная оценка технологий возделывания яровой мягкой пшеницы с различным уровнем интенсификации в условиях Курской области / В. И. Лазарев, Р. И. Лазарева, Б. С. Ильин и др. // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 5. С. 24–27.
25. Абашев В. Д., Козлова Л. М. Сидераты в адаптивном земледелии // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2005. № 6. С. 169–178.
26. *Soil nitrogen dynamics and crop residues. A review* / B. Chen, T. Liu, Q. Tian, et al. // *Agronomy for sustainable development*. 2014. Vol. 34. No. 2. P. 429–442.
27. *The effect of crop residues on soil nitrogen dynamics and wheat yield* / B. Kamkar, F. Akbari, A. Jaime, et al. // *Advances in Plants & Agriculture Research*. 2014. Vol. 1. No. 1. P. 8–14.
28. Ахметзянов М. Р., Таланов И. П. Продуктивность зернотравяного севооборота в зависимости от заделки навоза, соломы и промежуточного сидерата // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2019. Т. 14. № 4-2 (56). С. 11–15.
29. Рулёва О. В., Семинченко Е. В. Влияние предшественников на формирование урожайности яровой пшеницы по различным предшественникам // *Аграрная наука*. 2019. № 4. С. 68–72.

Поступила в редакцию 06.04.2021

После доработки 02.06.2021

Принята к публикации 13.08.2021