

Биологический прием борьбы с засоренностью посевов яровой твердой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала

В. Ю. Скороходов[✉], Н. А. Максюттов, Н. А. Зенкова, Е. Н. Скороходова

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

[✉]E-mail: skorokhodov.vitali1975@mail.ru

Аннотация. Цель – определить воздействие севооборотов с разным составом полевых культур и временем ротации на сорную растительность агроценоза твердой пшеницы на черноземах южных степной зоны Южного Урала. **Методы.** Исследования проводились на стационарном опытном участке отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН в течение 2023–2024 гг. Опыт включен в реестр Географической сети опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами (аттестат длительного опыта № 172). Данные обрабатывались согласно методам Б. А. Доспехова. Объектом исследования послужили агрофитоценозы с яровой твердой пшеницей. **Результаты.** Обилие сорняков в посевах твердой пшеницы отмечается в последствии черного пара – 44,7 шт/м², озимых – 42,2 шт., сидерации – 19,5 шт., занятого (почвозащитного) – 6,5 шт. Численность сорняков при использовании минеральных удобрений в опыте с шестипольными севооборотами составила в последствии черного пара 72,5 шт., почвозащитного пара – 7,5 шт., сидерального – 27,5 шт., озимых – 48,0 шт. В двупольных севооборотах на нулевом (неудобренном) фоне отмечалось засорение посевов многолетней растительностью. **Научная новизна.** Данным образом отмечается воздействие предшественников в двуполье и бессменных посевах на плотность сорняков в агроценозах яровой твердой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала. Применение минеральных удобрений в севооборотах в условиях степной зоны Южного Урала способствует увеличению засоренности посевов яровой твердой пшеницы на удобренном фоне питания.

Ключевые слова: засоренность, твердая пшеница, севооборот, предшественники, минеральные удобрения, бессменный посев

Благодарности. Работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2025–2030 гг. ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук» (FNWZ-2022-0014).

Для цитирования: Скороходов В. Ю., Максюттов Н. А., Зенкова Н. А., Скороходова Е. Н. Биологический прием борьбы с засоренностью посевов яровой твердой пшеницы в условиях степной зоны южного Урала // Аграрный вестник Урала. 2025. Т. 25, № 09. С. 1329–1339. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-09-1329-1339>.

Дата поступления статьи: 13.05.2025, **дата рецензирования:** 10.06.2025, **дата принятия:** 14.07.2025.

Biological method for controlling the contamination of spring durum wheat crops in the steppe zone of the Southern Urals

V. Yu. Skorokhodov[✉], N. A. Maksyutov, N. A. Zenkova, E. N. Skorokhodova

Federal Scientific Center for Biological Systems and agricultural technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russian

[✉]E-mail: skorokhodov.vitali1975@mail.ru

Abstract. The purpose is to determine the impact of crop rotations with different compositions of field crops and rotation times on weed vegetation of the durum wheat agrocenosis on the chernozems of the southern steppe zone of the Southern Urals. **Methods.** The studies were conducted at the stationary experimental plot of the Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies of the Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Center of Botanical Gardening of the Russian Academy of Sciences during 2023–2024. The experiment is included in the register of the Geographic network of experiments with fertilizers and other agrochemicals (Certificate of long-term experiment No. 172). The data were processed according to the methods of B. A. Dospekhov. The object of the study was agrophytocenoses with spring durum wheat. **Results.** The total number of weeds in the variant of cultivation of durum wheat after black fallow was 44.7 pcs. per 1 m², after soil-protecting fallow – 6.5 pcs., after green manure – 19.5 pcs., after winter crops – 42.2 pcs. The number of weeds in durum wheat crops with the use of mineral fertilizers in the experiment with six-field crop rotations was as a result of black fallow – 72.5 pcs., after soil-protecting fallow – 7.5 pcs., after green manure – 27.5 pcs., after winter crops – 48.0 pcs. The durum wheat crops cultivated in two-field system are most infested with perennial weeds compared to the background without the use of mineral fertilizers. **Scientific novelty.** In this way, the effect of predecessors in two-field and permanent crops on the density of weeds in agrocenoses of spring durum wheat in the conditions of the steppe zone of the Southern Urals is noted. The use of mineral fertilizers in crop rotations in the conditions of the steppe zone of the Southern Urals contributes to an increase in weed infestation of spring durum wheat crops on a fertilized nutrition background.

Keywords: weed infestation, durum wheat, crop rotation, predecessors, mineral fertilizers, continuous sowing

Acknowledgements. The study was carried out in accordance with the research plan for 2025–2030 of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Scientific Center for Biological Systems and agricultural technologies of the Russian Academy of Sciences” (FNWZ-2022-0014).

For citation: Skorokhodov V. Yu., Maksyutov N. A., Zenkova N. A., Skorokhodova E. N. Biological method of controlling the contamination of spring durum wheat crops in the steppe zone of the southern Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2025; 25 (09): 1329–1339. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2025-25-09-1329-1339>. (In Russ.)

Date of paper submission: 13.05.2025, **date of review:** 10.06.2025, **date of acceptance:** 14.07.2025.

Постановка проблемы (Introduction)

Среди факторов, положительно влияющих на увеличение урожайности яровой твердой пшеницы, поддержание и повышение почвенного плодородия, достойное место занимают севообороты [1].

В настоящее время уделяется внимание оптимизации фитосанитарной обстановки за счет агротехнических мероприятий, включающих применение средств химической защиты растений и методов биологической направленности, в том числе научно обоснованные севообороты [2].

Увеличение сеgetальной флоры в агроценозах приводит к истощению почвы и снижению валовых сборов зерна культуры [3].

В регионах с засушливостью климата засоренность посевов определяется метеоусловиями вегетационного периода [4].

Применение минеральных удобрений способствует увеличению сорной флоры [5].

Применение севооборотов способствует эффективному регулированию засоренности посевов, снижая производственные затраты и себестоимость продукции [6].

Несовпадение циклов развития культурных и сорных растений приводит к эффективному действию севооборотов в снижении засоренности посевов [7].

Эффективность минеральных удобрений уменьшается ввиду высокой засоренности посевов и увеличения массы сорняков в агрофитоценозах. В совокупности с высоким азотным фоном, повышенной плотностью и влажностью верхнего слоя отмечается вспышка засоренности посевов твердой пшеницы [8].

Несовпадение циклов роста и развития возделываемых культур и сорной флоры подчеркивает эффективное действие севооборотов в снижении засоренности посевных площадей [9].

С увеличением засоренности в посевах снижается эффективность применения минеральных удобрений. Высокий азотный фон, повышенная плотность и влажность верхнего слоя почвы способствуют вспышке засоренности посевов яровой твердой пшеницы малолетней сорной растительностью [10].

Сорная флора хорошо подавляется в поле занятого пара, особенно почвозащитного с летним посевом парозанимающей культуры суданской травы. В первой половине лета в поле с почвозащитным паром борьба с засоренностью ведется агротехническими способами с механическим подрезанием сорняков, во второй – за счет биологического подавления в результате межвидовой конкуренции с парозанимающей быстрорастущей культуры суданской травы. При использовании занятых почвозащитных паров отмечается увеличение многолетней корнеотпрысковой сорной растительности [11].

Выращивание полевых культур в севообороте создает эффективные предпосылки для улучшения гумусного состояния почвы и позитивно влияет на рост и валовый сбор сельскохозяйственной продукции [12].

Учеными Омского аграрного научного центра установлено, что интенсивная агрономическая технология с вовлечением средств защиты растений и применения минеральных удобрений повышает урожайность зерна и его технологические параметры на 30–35 %, предшественники – на 20–25 %, метеорологические условия – на 18–20 %, обработка почвы в севообороте – на 10–12 % [13].

Постоянный мониторинг посевов с выявлением доминирующих сорных растений, болезней и вредителей – является фундаментом защитных мероприятий [14].

Сегетальная флора в посевах сельскохозяйственных культур истребляется механическими обработками и конкуренцией культур севооборота. Координирование биологических и механических способов снижает применение химической обработки в системе комплексной защиты растений [15].

Применение в севооборотах различных видов пара с разнообразными агротехнологическими приемами оказывают последствие на возделывание по ним культур, заключающееся в снижении в по-

севах плотности стояния однолетней и многолетней сегетальной растительности. Севообороты способствуют фитосанитарному оздоровлению культурных посевов и, ограничивая применения гербицидов, снижают экологическую нагрузку на почву и получаемый урожай [16].

Важное направление сохранения и воспроизводства плодородия почвы, стабилизации урожайности богарных культур в условиях ограниченного ресурсного обеспечения сельского хозяйства связано с применением эколого-биологических факторов [17].

Занятые сидеральные пары в севообороте препятствуют снижению почвенного плодородия и реализуют генетический потенциал сельскохозяйственных культур. Изучение применения удобрений в севооборотах позволяет систематизировать информацию о влиянии их длительного применения на продуктивность возделываемых культур, проследить изменения агрохимических свойств почвы и экологию [18].

Методология и методы исследования (Methods)

Цель исследования – определить воздействие севооборотов с разным составом полевых культур и временем ротации на сорную растительность агроценоза твердой пшеницы на черноземах южных степной зоны Южного Урала.

Опыт включен в реестр Географической сети опытов с удобрениями и другими агрохимическими средствами (аттестат длительного опыта № 172).

Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН в 2023–2024 гг. Координаты участка: 51.775125° с. ш. 55.306547 в. д. Объект исследования – агрофитоценоз твердой пшеницы.

Почва опытного участка – чернозем южный карбонатный среднесиловый тяжелосуглинистый с содержанием гумуса в пахотном (0–30 см) слое почвы 3,2–4,0 %. Содержание доступных для растений форм фосфора составляет 1,5–2,5 мг, обменного калия – 30–38 мг / 100 г почвы, общего азота – 0,20–0,30 %, реакция почвенной среды (pH) нейтральная (7,0) – слабощелочная (8,1).

Годовое количество выпавших осадков (средне-многолетние) составляет 250 мм. Низкую обеспеченность растений влагой подтверждает гидротермический коэффициент (по Г. Т. Селянинову) – 0,70. Почва промерзает в зимний период на глубину 60–80 см.

В опытах возделывался сорт твердой пшеницы Оренбургская 21. Схема по предшественникам:

I. Шестиполье: 1) пар черный кулисный, 2) пар почвозащитный, 3) пар сидеральный, 4) озимые (рожь и пшеница).

II. Двуполье: 1) мягкая пшеница, 2) кукуруза, 3) ячмень, 4) горох, 5) просо.

III. Бессменный посев твердой пшеницы.

Таблица 1
Метеоусловия вегетационного периода

Месяц вегетационного периода	Температура, °С				Осадки, мм		ГТК*за месяц в 2024 г.
	Среднесуточная		Максимум	Минимум	В 2024 г.	Средне-голетняя	
	В 2024 г.	Средне-голетняя					
Май	12,3	15,3	30	-3	39	27	1,02
Июнь	22,4	20,5	38	9	71	37	1,05
Июль	22,0	22,1	35	9	53	39	0,78
Август	19,0	20,5	33	9	41	32	0,70
Среднее	18,9	19,6	38	-3	204	128	0,88

Примечание. * ГТК – гидротермический коэффициент.

Table 1
Meteorological conditions of the growing season

Month of the growing season	Temperature, °C				Precipitation, mm		HTC* per month in 2024
	Daily average		Maximum	Minimum	In 2024	Average annual	
	In 2024	Average annual					
May	12.3	15.3	30	-3	39	27	1.02
June	22.4	20.5	38	9	71	37	1.05
July	22.0	22.1	35	9	53	39	0.78
August	19.0	20.5	33	9	41	32	0.70
Average	18.9	19.6	38	-3	204	128	0.88

Note. * HTC – hydro thermal coefficient.

Численность сорняков определялась в кушение культуры при наложении металлических рамок размером 0,25 м по четырем повторениям и двум фонам почвенного питания.

Размер делянок составляет 7,2 × 90 м, из них 7,2 × 30 м – удобрённый (N₄₀P₈₀K₄₀) фон, 7,2 × 60 м – неудо́ренный фон.

За вегетационный период, по данным Оренбургского гидрометцентра, выпало 204 мм осадков (превышение среднеголетней нормы на 76 мм). Количество осадков в мае составило 39 мм (норма – 27 мм), в июне – 71 мм (норма – 37 мм), в июле – 53 мм (норма – 39 мм), в августе – 41 мм (норма – 32 мм). Холодная погода мая резко поменялась на очень жаркую (в I–II декадах июня). В дневные часы температура воздуха часто поднималась до 38 °С. Значительный перепад температуры воздуха от очень высоких до низких значений создавал стрессовую ситуацию для роста и развития сельскохозяйственных растений (таблица 1).

Результаты (Results)

В 2024 году сложились благоприятные условия для роста и развития сеgetальной сорной растительности. В шестипольных севооборотах яровая твердая пшеница расположена первой культурой после паров и второй культурой в севообороте с озимыми. Общее количество сорняков (включающих однолетники и многолетники) составило в варианте возделывания твердой пшеницы по черному пару 44,7 шт. на 1 м², по почвозащитному – 6,5 шт., по сидеральному – 19,5 шт., по озимым – 42,2 шт. (таблица 2).

Наибольшее количество сорняков в посевах твердой пшеницы – при возделывании в шестиполье на удобренном фоне питания. Количество сорняков в посевах твердой пшеницы при применении минеральных удобрений в опыте с шестипольными севооборотами составило в последствии черного пара 72,5 шт., почвозащитного пара – 7,5 шт., сидерального – 27,5 шт., озимых – 48,0 шт. При выращивании культуры в последствии черного пара с использованием минеральных удобрений увеличивается численность сорняков в 4,3 раза (46,0 %). В шестиполье по почвозащитному пару отмечалось снижение численности сорняков в агроценозе.

Агротехнология, применяемая в шестипольном севообороте с летним посевом суданской травы в занятом почвозащитном пару, способствует снижению засоренности однолетней и многолетней растительностью. В борьбе с засоренностью посевов эффективность черного пара ниже в сравнении с последствием сидерального и почвозащитного. В двуполье отмечается повышенная засоренность посевов, особенно в вариантах по кукурузе и гороху, и составляет 97,2 и 81,0 шт/м² соответственно.

При бессменном возделывании твердой пшеницы засоренность посевов в период кушения культуры составила на неудо́ренном фоне 22 шт/м², на удобренном – 33,5 шт/м².

На рис. 1 по засоренности посевов яровой твердой пшеницы однолетними сорняками наглядно видно превалирование их количества на фоне применения минеральных удобрений, особенно в двуполье с чередованием с кукурузой на силос – 166,5 шт., горохом – 113,0 шт. на 1 м².

Засоренность посевов яровой твердой пшеницы в фазе кущения в зависимости от предшественника севооборотов и бессменного посева в 2023–2024 гг., шт/м²

Севооборот, посев	Предшественник	Фон питания		Количество сорняков по двум фонам питания
		Удобренный	Неудобренный	
Шестипольный	Пар черный	72,5	17,0	44,7
	Пар почвозащитный	7,5	5,5	6,5
	Пар сидеральный	27,5	11,5	19,5
	Озимые	48,0	36,5	42,2
Двупольный	Мягкая пшеница	75,5	10,0	42,7
	Кукуруза на силос	166,5	28,0	97,2
	Ячмень	60,5	29,5	45,0
	Просо	31,0	20,0	25,5
	Горох	113,0	49,0	81,0
Бессменный	Твердая пшеница	33,5	22,0	27,7
HCP ₀₅ A = 24,07; HCP ₀₅ B = 53,83				

Table 2
Contamination of spring durum wheat crops in the tillering phase, depending on the predecessor of crop rotations and permanent sowing in 2023–2024, pcs/m²

Crop rotation, sowing	Predecessor	Nutrition background		Number of weeds in two nutritional backgrounds
		Fertilized	Unfertilized	
Six-field	Steam black	72.5	17.0	44.7
	Soil conservation steam	7.5	5.5	6.5
	Green manure steam	27.5	11.5	19.5
	Winter crops	48.0	36.5	42.2
Double-field	Soft wheat	75.5	10.0	42.7
	Corn on the cob	166.5	28.0	97.2
	Barley	60.5	29.5	45.0
	Millet	31.0	20.0	25.5
	Peas	113.0	49.0	81.0
Permanent	Hard wheat	33.5	22.0	27.7
LSD ₀₅ A = 24.07; LSD ₀₅ B = 53.83				

На рис. 2 отмечается большее количество сорняков на неудобренном фоне питания, засоренность многолетней растительностью там выше, чем на удобренном фоне. Особенно она высока в варианте твердой пшеницы по просу (10,0 шт/м²) и ячменю (5,5 шт/м²).

При возделывании яровой твердой пшеницы в шестипольных севооборотах в ее посевах в период кущения отмечается отсутствие многолетней сорной растительности. Посевы твердой пшеницы, возделываемые в двуполье, наиболее засорены многолетними на фоне без применения минеральных удобрений. Бессменные посевы яровой твердой пшеницы по уровню засоренности многолетними сорняками соответствуют возделыванию их в шестипольных севооборотах.

С применением гербицидов сильно подавляются отдельные группы почвенных микроорганизмов, в этой связи запускается череда взаимосвязанных процессов, способных снижать почвенное плодородие в несколько раз. При перестройке почвенного ценоза накапливаются патогенные микроорганизмы, в случае, когда на них не действуют применяемые гербициды. Увеличение использования гербицидов в агрофитоценозах в дальнейшем будет усугубляться.

Гумус определялся по методике Тюрина в модификации В. В. Понамаревой и Т. А. Плотниковой, количественное содержание общего гумуса – по ГОСТ 26213-91.

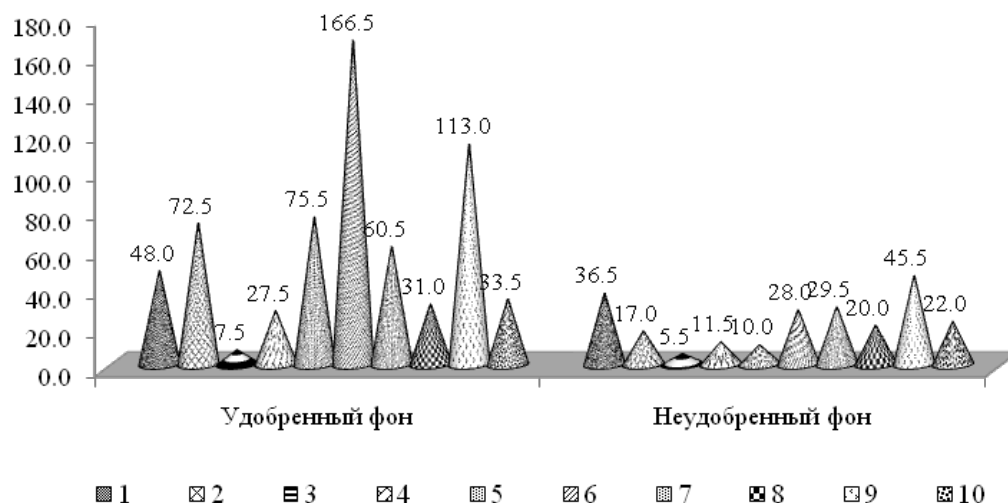


Рис. 1. Засоренность яровой твердой пшеницы однолетними сорняками:

1 – озимые культуры (рожь, пшеница) по черному пару; 2 – черный пар под твердую пшеницу; 3 – почвозащитный пар; 4 – сидеральный пар; 5 – яровая мягкая пшеница (двуполье); 6 – кукуруза на силос (двуполье); 7 – ячмень (двуполье); 8 – просо (двуполье); 9 – горох (двуполье); 10 – твердая пшеница (бесменный посев)

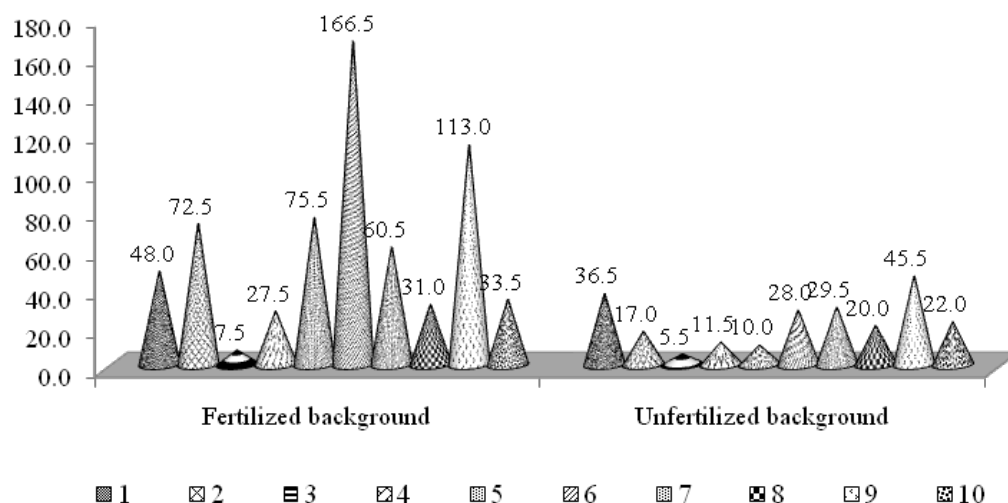


Fig. 1. Infestation of spring durum wheat with annual weeds:

1 – winter crops (rye, wheat) after black fallow; 2 – black fallow under durum wheat; 3 – soil-protecting fallow; 4 – green manure fallow; 5 – spring soft wheat (two-field system); 6 – corn for silage (two-field system); 7 – barley (two-field system); 8 – millet (two-field system); 9 – peas (two-field system); 10 – durum wheat (permanent sowing)

Среди факторов, наиболее эффективно влияющих на содержание питательных веществ и гумуса в почвах, значимое место отводится севообороту.

Правильно подобранное чередование культур и системы удобрений регулируется количеством и качеством растительных остатков после уборки и биомассой сидеральных культур, поддерживающих баланс органического вещества в почве. Процентное содержание гумуса в опытах на неудобренном фоне питания в паровых полях севооборотов составило от 3,11 до 3,79 %, на удобренном фоне – от 3,34 до 3,82 %. В севообороте с сидеральным паром отмечается наибольшее содержание гумуса как на удобренном (3,82 %), так и неудобренном (3,79 %) фонах питания, что объясняется положительным влиянием применяемой агротехники и сидеральных

культур, используемых в качестве зеленых удобрений. Совместное применение минеральных удобрений и зеленой запахиваемой массы в сидеральном севообороте приводит к положительному эффекту (превышение содержания гумуса на удобренном фоне над неудобренным составляет 0,3 %). Агротехнологии, применяемые в варианте почвозащитного севооборота, повышают содержание гумуса до 0,40 %, а внесение минеральных удобрений повышает содержание $C_{орг}$ дополнительно на 0,04 % (до 3,74 %).

В черном пару шестипольного севооборота содержание гумуса – 3,41 %. Реакция почвенного раствора (pH) по вариантам опыта с различными видами паров имеет нейтральные и слабощелочные значения.

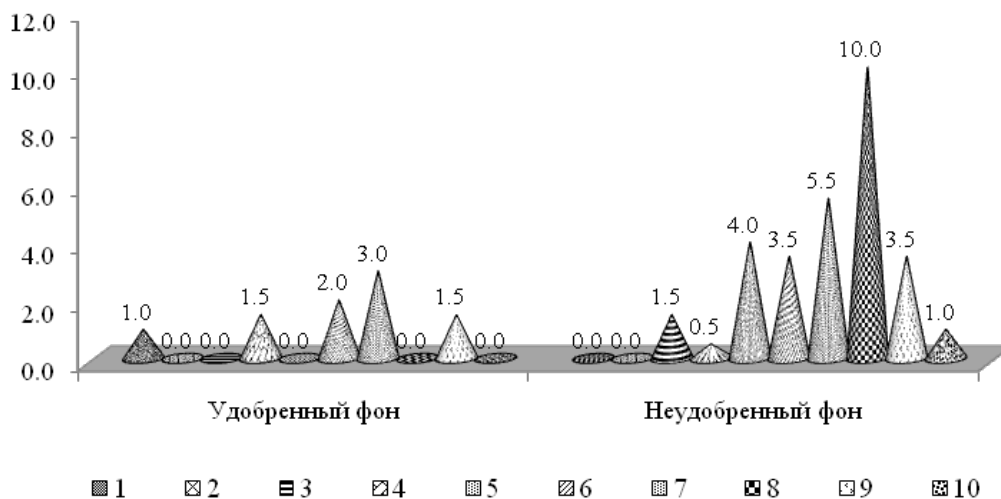


Рис. 2. Засоренность яровой твердой пшеницы многолетними сорняками

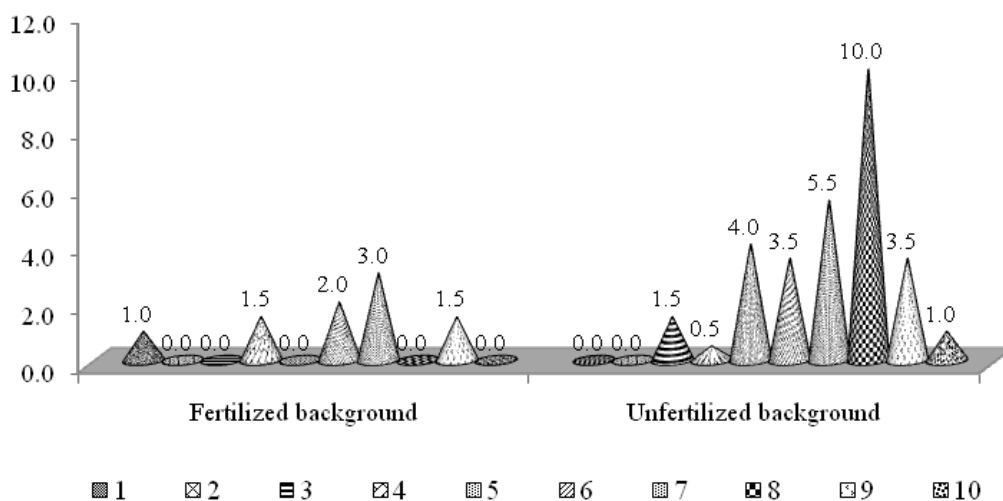


Fig. 2. Infestation of spring hard wheat with perennial weeds

На двух фонах рН по вариантам опыта составляет 7,3–7,6 моль/л. При применении минеральных удобрений в варианте шестипольного севооборота с черным паром отмечается снижение кислотности почвы до значения 7,3 моль/л.

Определение целлюлозолитической почвенной активности применяется при интегральной совокупной оценке последствий и влияния токсикантов на уровень экологического последствия для окружающей среды ввиду интенсификации зернового производства.

Целлюлозоразлагающая активность почвенных микроорганизмов в двупольном севообороте с кукурузой при применении минеральных удобрений – 39,3 %. В многополье под посевом культуры по озимым и кукурузе на силос отмечалась сильная целлюлозоразлагающая активность почвы на фоне без удобрений (55,3 и 52,3 % соответственно), что объясняется положительным последствием (озимых и кукурузы), созданием более благоприятных почвенных условий за счет накопления органических и минеральных веществ и интенсивно разлага-

ющими их микроорганизмами в почве. В шести- и двупольных севооборотах по сидерации и ячменю отмечалось снижение почвенной биоактивности на неудобренном фоне.

Выращивание культуры в севооборотах по озимым культурам и гороху сопровождалось средней активностью почвы при применении минеральных удобрений. На удобренном фоне питания средняя активность почвенных микроорганизмов составила 37,7 и 37,9 % при температуре почвы 21,7 и 22,2 °С. В остальных вариантах опыта под посевом яровой твердой пшеницы отмечалась слабая активность почвенных микроорганизмов на двух фонах питания при температуре почвы 21,3–23,1 °С. Температура почвы значительно влияла на жизнедеятельность микрофлоры. При выращивании яровой твердой пшеницы наиболее эффективными являются варианты: шестипольный севооборот с озимыми культурами и двуполье с кукурузой на силос.

В засушливых условиях отмечается снижение биологической активности почвы по всем вариантам возделывания культуры. В последствии си-

дерального пара биоактивность почвы составила 12,6 %. В севообороте с черным паром доля влияния фактора (биоактивности почвы) составила 51,62 % при положительном коэффициенте корреляции $r = 0,72$ и уровне значимости $p = 0,0005$.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Использование в севообороте чистых паров является эффективным приемом в борьбе с многолетней сорной растительностью [19]. Замена чистых паров занятыми вызывает изменение соотношения сорняков в агроценозе, и в этой связи наблюдается нарастание многолетних сорняков [20; 21].

Таким образом, отмечается влияние предшественников в двупольных севооборотах и монопосевах культуры на засоренность посевов яровой твердой пшеницы. Особенно данное влияние увеличивается при возделывании культуры на фоне применения минеральных удобрений. Агротехнологии, применяемые при обработке различных видов пара, приводят к снижению засоренности посевов в последствии разными группами сорняков. Применение минеральных удобрений в севооборотах способствует увеличению засоренности на удобренном фоне питания.

Величина урожайности полевых культур имеет зависимость не только от общей засоренности посевов, но и от характера размещения сорной растительности на поле. Установлено, что чем больше плотность стояния сорняков, тем в равных условиях выше вредоносность, сопутствующая потере урожайности основной культуры. Вместе с потерей урожайности от сорняков снижается качество получаемой продукции. Возделывание сельскохозяйственных культур в севообороте с различными культурами и видами паров способствует биологи-

ческому регулированию засоренности посевов при несовпадении биологических циклов культурных и сорных растений.

Сорная флора севооборотов в большинстве случаев изучается по видовому составу и количественной численности сорняков для сопоставления прогнозов распространения наиболее вредоносных видов и коррекции защитных агротехнических мероприятий. Меньше внимания уделяется анализу пространственной неравномерности засоренности севооборотов, создающейся при влиянии многих факторов длительное время. Самые значимые факторы – это почвенные (в почве сосредоточен громадный запас семян сорняков и вегетативных частей размножения сорняков), метеоусловия особенности биологии возделываемых культур и технологии их возделывания. Сорные растения и их семена в почве по-разному реагируют на нарастающее тепло, влагу и питательные вещества, что является следствием разного содержания элементов питания и кислотности почвы при длительном применении минеральных удобрений.

Ценность проведенных нами исследований заключается в том, что они выполнены в рамках многолетнего стационарного опыта, заложенного в 1988 году в Оренбургском районе Оренбургской области. В рамках сегодняшнего дня стационарный участок – единственный действующий на территории Оренбуржья, и информация, полученная более чем за 30 лет, является уникальной, представляет научный интерес в области земледелия, почвоведения, растениеводства. Данные эксперимента позволяют регулировать засоренность посевов культур в севооборотах, а также урожайность и почвенное плодородие.

Библиографический список

1. Каипов Я. З., Кираев Р. С., Султангазин З. Р. Влияние биологизированного севооборота на содержание гумуса и подвижных форм азота в черноземе обыкновенном // Агротехнический вестник. 2024. № 4. С. 22–27. DOI: 10.24412/1029-2551-2024-4-005.
2. Скороходов В. Ю. Биологический фактор воспроизводства гумуса и поддержания плодородия почвы в условиях степной зоны Южного Урала // Плодородие. 2021. № 2 (119). С. 55–59. DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.15.
3. Кафтан Ю. В. Влияние засоренности посевов ячменя и минерального питания на урожайность в центральной зоне Оренбургской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 4 (90). С. 104–108. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-90-4-104-108.
4. Кафтан Ю. В. Влияние предшественников и минеральных удобрений на засоренность посевов яровой мягкой пшеницы в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 3 (83). С. 34–38. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-83-3-34-38.
5. 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. DOI: 10.31857/S250026272105001X.
6. Романина Я. С., Труфанов А. М., Воронин А. Н., Шукин С. В. Влияние агротехнологий на фитосанитарное состояние посевов и продуктивность сельскохозяйственных культур // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3 (204). С. 59–68. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-59-68.

7. Шулупова О. В., Фисунов Н. В., Санникова Н. В. Анализ видового и количественного состава сорных растений в пшеничном агрофитоценозе в условиях Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (95). С. 56–60.
8. Шпанев А. М., Фесенко М. А. Влияние минерального питания на фитосанитарную обстановку в посевах ярового рапса на Северо-Западе РФ // Агрехимия. 2022. № 8. С. 44–50.
9. Иванова С. С., Труфанов А. М., Щукин С. В., Казнин Р. Е. Засоренность агрофитоценозов при разных технологиях возделывания в нечерноземной зоне России // Вестник АПК Верхневолжья. 2024. № 2 (66). С. 5–14.
10. Митрофанов Д. В. Сравнительная оценка урожайности зерновых культур в зависимости от лимитирующих факторов в условиях почвозащитного земледелия // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 07. С. 870–884. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-06-870-884.
11. Swapnavahini K., Bora M., Jyothi N. B., Bora A., Ramesh T. Studies on effects of nitrogen and phosphorus on wheat crop growth and production // Journal of Pharmaceutical Negative Results. 2022. Vol. 13. Pp. 6084–6089. DOI: 10.47750/pnr.2022.13.S10.752.
12. Юшкевич Л. В., Ющенко Д. Н., Щитов А. Г., Кашинская С. П. Сравнительная агротехнологическая оценка возделывания яровой пшеницы в южной лесостепи Западной Сибири // Аграрный вестник Урала. 2024. Т. 24, № 03. С. 348–357. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-03-348-357.
13. Ding J., Li F., Le T., et al. Tillage and seeding strategies for wheat optimizing production in harvested rice fields with high soil moisture // Scientific Reports. 2021. Vol. 11. Article number 119. DOI: 10.1038/S41598-020-80256-7.
14. Савенкова Е. В., Мистратова Н. А., Ступницкий Д. Н. Фитосанитарный анализ севооборота с использованием принципов органического земледелия в условиях Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2024. № 10 (211). С. 68–73. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-68-73.
15. Скороходов В. Ю. Влияние погодных факторов вегетации и фона питания на накопление нитратного азота в почве под сельскохозяйственными культурами на черноземах Оренбургского Предуралья // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101, № 2. С. 176–185.
16. Комарова О. П., Козенко К. Ю., Земляничина С. В. Биологическая защита растений – одно из основных направлений снижения пестицидной нагрузки на агроценозы // Международный научно-исследовательский журнал. 2021. № 9-1 (111). С. 98–102.
17. Бутадаев А. П., Цыдыпов Б. С., Соболев В. А., Гребенщикова Т. В., Цыбиков Б. Б. Продуктивность полевых севооборотов в степной зоне Республики Бурятия // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. 2024. № 1. С. 158–164. DOI: 10.34655/bgsha.2024.74.1.019.
18. Тимошинов Р. В., Кумаева Е. Ж., Марчук Л. Е., Дубков А. А., Клыков А. Г. Эффективность длительного применения различных систем удобрений в севообороте // Вестник КрасГАУ. 2023. № 4 (193). С. 38–43. DOI: 10.36718/1819-4036-23023-4-38-43.
19. Лунева Н. Н. Выделение уровней фитосанитарного районирования территории в отношении сорных растений на примере Ленинградской области // Вестник защиты растений. 2020. Т. 103, № 2. С. 119–133.
20. Шпанев А. М., Фесенко М. А., Смук В. В. Эффективность применения минеральных удобрений и интегрированной системы защиты растений в полевом севообороте на Северо-Западе РФ // Агрехимия. 2021. № 1. С. 12–22.
21. Жижин В. Н., Глинушкин А. П., Зоров А. А., Скороходов В. Ю. Адаптация технологии защиты проса для получения высоких урожаев // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2012. № 1 (34). С. 35–37.

Об авторах:

Виталий Юрьевич Скороходов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия; ORCID 0000-0003-4179-7784, AuthorID 761620. E-mail: skorohodov.vitali1975@mail.ru

Николай Алексеевич Максютков, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия; ORCID 0000-0003-4394-6325, AuthorID 761616. E-mail: maksyutov.n@mail.ru

Наталья Анатольевна Зенкова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия; ORCID 0000-0003-1873-2245, AuthorID 761453. E-mail: natalya.zenkova1977mail@mail.ru

Елена Николаевна Скороходова, соискатель отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия; ORCID 0009-0000-9592-2654, AuthorID 1279989. E-mail: lena.1981.20@mail.ru

References

1. Kaipov Ya.Z., Kiraev R.S., Sultangazin Z.R. Influence of biologized crop rotation on the content of humus and mobile forms of nitrogen in ordinary chernozem. *Agrochemical Bulletin*. 2024; 4: 22–27. DOI: 10.24412/1029-2551-2024-4-005. (In Russ.)
2. Skorokhodov V. Yu. Biological factor of humus reproduction and maintenance of soil fertility in the steppe zone of the Southern Urals. *Fertility*. 2021; 2 (119): 55–59. DOI: 10.25680/S19948603.2021.119.15. (In Russ.)
3. Kaftan Yu.V. The influence of barley weed infestation and mineral nutrition on crop yields in the central zone of the Orenburg region. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2021; 4 (90): 104–108. DOI: 10.37670/2073-0853-2021-90-4-104-108. (In Russ.)
4. Kaftan Yu.V. The influence of predecessors and mineral fertilizers on weed infestation of spring soft wheat crops in the Orenburg Cis-Urals. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2020; 3 (83): 34–38. DOI: 10.37670/2073-0853-2020-83-3-34-38. (In Russ.)
5. Skorokhodov V. Yu., Zorov A. A. Features of the influence of a fallow field on the formation of agrocenosis and productivity of spring wheat in field crop rotations of a region with unstable moisture. *Russian Agricultural Science*. 2021; 5: 3–8. DOI: 10.31857/S250026272105001X. (In Russ.)
6. Romanina Ya. S., Trufanov A. M., Voronin A. N., Shchukin S. V. The influence of agricultural technologies on the phytosanitary condition of crops and the productivity of agricultural crops. *Bulletin of KrasSAU*. 2024; 3 (204): 59–68. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-59-68. (In Russ.)
7. Shulepova O. V., Fisunov N. V., Sannikova N. V. Analysis of the species and quantitative composition of weeds in a wheat agrophytocenosis in the Trans-Urals. *Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2022; 3 (95): 56–60. (In Russ.)
8. Shpanev A. M., Fesenko M. A. Influence of mineral nutrition on the phytosanitary situation in spring rape crops in the North-West of the Russian Federation. *Agrochemistry*. 2022; 8: 44–50. (In Russ.)
9. Ivanova S. S., Trufanov A. M., Shchukin S. V., Kaznin R. E. Weed infestation of agrophytocenoses with different cultivation technologies in the non-chernozem zone of Russia. *Bulletin of the APK of the Upper Volga region*. 2024; 2 (66): 5–14. (In Russ.)
10. Mitrofanov D. V. Comparative assessment of grain crop yields depending on limiting factors under soil conservation agriculture. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 07 (24): 870–884. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-06-870-884. (In Russ.)
11. Swapnavahini K., Bora M., Jyothi N.B., Bora A., Ramesh T. Studies on the effects of nitrogen and phosphorus on wheat crop growth and production. *Journal of Pharmaceutical Negative Results*. 2022; 13: 6084–6089. DOI: 10.47750/pnr.2022.13.S10.752.
12. Yushkevich L. V., Yushchenko D. N., Shchitov A. G., Kashinskaya S. P. Comparative agrotechnological assessment of spring wheat cultivation in the southern forest-steppe of Western Siberia. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2024; 03 (24): 348–357. DOI: 10.32417/1997-4868-2024-24-03-348-357. (In Russ.)
13. Ding J., Li F., Le T., et al. Tillage and seeding strategies for wheat optimizing production in harvested rice fields with high soil moisture. *Scientific Reports*. 2021; 11: 119. DOI: 10.1038/S41598-020-80256-7.
14. Savenkova E. V., Mistratova N. A., Stupnitsky D. N. Phytosanitary analysis of crop rotation using the principles of organic farming in the conditions of Krasnoyarsk Territory. *Bulletin of KrasSAU*. 2024; 10 (211): 68–73. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-10-68-73. (In Russ.)
15. Skorokhodov V. Yu. The influence of weather factors of vegetation and nutrition background on the accumulation of nitrate nitrogen in the soil under agricultural crops in the chernozems of the Orenburg region. *Animal Husbandry and Feed Production*. 2018; 2 (101): 176–185. (In Russ.)
16. Komarova O. P., Kozenko K. Yu., Zemlyanitsyna S. V. Biological plant protection is one of the main directions for reducing the pesticide load on agrocenoses. *International Research Journal*. 2021; 9-1 (111): 98–102. (In Russ.)
17. Butadaev A. P., Tsydyupov B. S., Sobolev V. A., Grebenschikova T. V., Tsybikov B. B. Productivity of field crop rotations in the steppe zone of the Republic of Buryatia. *Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov*. 2024; 1: 158–164. DOI: 10.34655/bgsha.2024.74.1.019. (In Russ.)
18. Timoshinov R. V., Kumaeva E. Zh, Marchuk L. E., Dubkov A. A., Klykov A. G. Efficiency of long-term use of various fertilizer systems in crop rotation. *Bulletin of KrasSAU*. 2023; 4 (193): 38–43. DOI: 10.36718/1819-4036-23023-4-38-43. (In Russ.)

19. Luneva N. N. Allocation of levels of phytosanitary zoning of the territory in relation to weeds on the example of the Leningrad Region. *Bulletin of Plant Protection*. 2020; 103 (2): 119–133. (In Russ.)
20. Shpanev A. M., Fesenko M. A., Smuk V. V. Efficiency of using mineral fertilizers and an integrated plant protection system in field crop rotation in the North-West of the Russian Federation. *Agrochemistry*. 2021; 1: 12–22. (In Russ.)
21. Zhizhin V. N., Glinushkin A. P., Zorov A. A., Skorokhodov V. Yu. Adaptation of millet protection technology to obtain high yields. *Bulletin of the Orel State Agrarian University*. 2012; 1 (34): 35–37. (In Russ.)

Authors' information:

Vitaliy Yu. Skorokhodov, candidate of agricultural sciences, leading researcher at the department of agriculture and resource-saving technologies, Federal Research Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia; ORCID 0000-0003-4179-7784, AuthorID 761620.

E-mail: skorokhodov.vitali1975@mail.ru

Nikolay A. Maksyutov, doctor of agricultural sciences, chief researcher at the department of agriculture and resource-saving technologies, Federal Research Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia; ORCID 0000-0003-4394-6325, AuthorID 761616.

E-mail: maksyutov.n@mail.ru

Natalya A. Zenkova, candidate of agricultural sciences, senior researcher at the department of agriculture and resource-saving technologies, Federal Research Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia; ORCID 0000-0003-1873-2245, AuthorID 761453.

E-mail: natalya.zenkova1977mail@mail.ru

Elena N. Skorokhodova, the applicant, department of agriculture and resource-saving technologies, Federal Research Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia; ORCID 0009-0000-9592-2654, AuthorID 1279989. *E-mail: lena.1981.20@mail.ru*