



Научная статья

УДК 631.51: 633.11

doi: 10.55186/25876740_2024_67_1_63

ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ, СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Е.В. Кузина

Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.С. Немцова — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Ульяновск, Россия

Аннотация. В статье представлен экспериментальный материал полевого опыта, проведенного в условиях лесостепи Среднего Поволжья по изучению влияния предшественников, фонов питания и способов основной обработки почвы на фитосанитарное состояние посевов озимой пшеницы, ее урожайность и качественные показатели зерна. В результате исследований установлено положительное влияние чистого пара на снижение засоренности посевов и очищение пахотного слоя почвы от семян сорняков. Минеральные удобрения в дозе $N_{30}P_{30}K_{30}$ способствовали увеличению числа сорняков и их сухой массы на 22 и 25% по сравнению с не удобрённым фоном. Максимальная засоренность посевов наблюдалась в варианте с мелкой плоскорезной обработкой, в котором к уборке культуры количество сорняков достигало 51,9 шт/м² при сухой массе 49,2 г/м² или на 9 и 22% больше, чем на вспашке. Наиболее благоприятные условия для роста и развития озимой пшеницы складывались на фоне дифференцированной в севообороте обработки не зависимо от предшественника. Где чередование способов отвальной и безотвальной дисковой обработок на разную глубину помогло снизить засоренность посевов на 7% и увеличить урожайность на 0,27 т/га по сравнению с ежегодной отвальной обработкой. Здесь же наблюдалась наибольшая отзывчивость в сборе зерна от применяемых в опыте удобрений, прибавка в среднем по предшественникам составила — 0,80 т/га относительно не удобрённого фона соответствующей обработки. Определено, что применение чистого пара в качестве предшественника для озимой пшеницы являлось эффективным приемом увеличения её урожайности и повышения качества зерна по сравнению с занятым паром. Применение минеральных удобрений под озимую пшеницу по предшественникам чистый и занятый пар способствовало формированию дополнительной урожайности зерна. Прибавки урожайности в удобренных вариантах составили по чистому пару 0,53-0,70 т/га, по занятому пару 0,51-0,92 т/га.

Ключевые слова: предшественники, минеральные удобрения, сорные растения, озимая пшеница, чистый пар, обработка почвы, урожайность

Original article

INFLUENCE OF PRECEDERS, METHODS OF BASIC SOIL TREATMENT AND FERTILIZERS ON CROPPING INFESTION AND YIELD OF WINTER WHEAT

E.V. Kuzina

Ulyanovsk Scientific Research Institute of Agriculture named after N.S. Nemtsev — Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Samara Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk, Russia

Abstract. The article presents the experimental material of a field experiment conducted in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region to study the influence of predecessors, nutrition backgrounds and methods of basic tillage on the phytosanitary state of winter wheat crops, its yield and quality indicators of grain. As a result of the research, a positive effect of pure fallow on the reduction of weed infestation and the cleansing of the arable soil layer from weed seeds was established. Mineral fertilizers at a dose of $N_{30}P_{30}K_{30}$ contributed to an increase in the number of weeds and their dry weight by 22 and 25% compared to the unfertilized background. The maximum infestation of crops was observed in the variant with shallow flat-cutting, in which by the time the crop was harvested, the number of weeds reached 51.9 pcs/m² with a dry weight of 49.2 g/m², or 9 and 22% more than on plowing. The most favorable conditions for the growth and development of winter wheat developed against the background of differentiated cultivation in crop rotation, regardless of the predecessor. Where the alternation of methods of moldboard and non-moldboard disc tillage at different depths helped to reduce the weediness of crops by 7% and increase the yield by 0.27 t/ha compared to the annual moldboard treatment. Here, the greatest responsiveness in the collection of grain from the fertilizers used in the experiment was observed, the average increase for the predecessors was 0.80 t/ha relative to the non-fertilized background of the corresponding treatment. It was determined that the use of bare fallow as a precursor for winter wheat was an effective method of increasing its yield and improving the quality of grain compared to a busy fallow. The use of mineral fertilizers for winter wheat on the predecessors of clean and busy fallow contributed to the formation of additional grain yield. Yield increases in fertilized variants amounted to 0.53-0.70 t/ha for a clean fallow, and 0.51-0.92 t/ha for an occupied fallow.

Keywords: predecessors, mineral fertilizers, weeds, winter wheat, bare fallow, tillage, productivity

Введение. В современных условиях интенсификации и специализации сельскохозяйственного производства, как никогда, возрастает роль агротехнических приемов в регулировании продукционного процесса посевов

озимой пшеницы [1, 2]. Приёмы агротехники, направленные на создание оптимальных условий для роста и развития озимой пшеницы многообразны и различны по назначению. На данный момент важнейшими из них являются выбор

предшествующей культуры и способа основной обработки почвы, так как защита и сохранение от нежелательного влияния антропогенных факторов и преобразование природной среды составляют содержание одной из актуальнейших



проблем современности [3, 4, 5]. В тоже время весьма важным фактором, от которого в значительной степени зависит величина урожая, является засорённость посевов. Неодинаковая сорочистительная способность чистых паров и непаровых предшественников существенно влияет на засорённость посевов озимой пшеницы [6, 7]. В этой связи оценка влияния занятого пара, по сравнению с чистым, на засорённость посевов представляет практический интерес. Исходя из современной агроэкологической концепции интегрированной защиты растений, приоритет в регулировании сорного компонента агрофитоценоза должен отдаваться агротехническим приемам, а гербициды могут применяться в качестве способа снижения конкурентоспособности сорных растений. Для достижения оптимального уровня урожайности сельскохозяйственных культур необходимо постоянное совершенствование агротехнологий в направлении их большей адаптивности к условиям, складывающимся в агроландшафтах [8, 9, 10]. При этом в приоритете остаётся ограничение роста затрат на топливо, средства защиты растений и удобрения [11, 12]. Поэтому является актуальным выявление предшественников и способов основной обработки почвы, оказывающих наиболее интенсивное регулирующее воздействие на сорные растения и продуктивные показатели озимой пшеницы применительно к определённой почвенно-климатической зоне её возделывания.

Целью исследований являлось изучение влияния паровых предшественников озимой пшеницы (чистого, занятого паров), способов основной обработки почвы и фонов питания на засорённость посевов и урожайность озимой пшеницы.

Условия и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2020-2022 гг. на базе многолетнего полевого опыта Ульяновского НИИСХ — филиала Сам НЦ РАН. Почва опытного участка чернозём слабовыщелоченный, среднемощный среднегумусный, тяжелосуглинистый на желто-бурой карбонатной глине.

Схема опыта включала звено зернопарового севооборота (пар — озимая пшеница с вариантами чистого и занятого пара в качестве предшественника на не удобренном фоне и в сочетании с внесением минеральных удобрений в дозе $(N_{30}P_{30}K_{30})$.

Схема полевого трехфакторного ($5 \times 2 \times 2$) опыта.

Фактор А. Система основной обработки почвы:

1. Отвальная — (вспашка на 20-22 см) контроль;
2. Дифференцированная разноглубинная — (чередование вспашки на 20-22 см и дисковой обработки на 6-8см);
3. Мелкая гребнекулисная на 13-15см;
4. Поверхностная дисковая на 6-8см;
5. Мелкая плоскорезная на 13-15см.

Фактор В. Минеральные удобрения:

1. Без удобрений;
2. $N_{30}P_{30}K_{30}$.

Фактор С. Предшественники:

1. Чистый пар;
2. Занятый пар (горчица).

Объектом исследований служила озимая пшеница сорт «Марафон». Обработка почвы под парозанимающую культуру была аналогична обработке представленной в схеме опыта. Вслед за уборкой, которой под озимые на всех изучаемых вариантах применяли мелкую обработку

на глубину 10-12 см с помощью дисковых орудий в два следа с боронованием и последующей предпосевной культивацией на глубину 6-8 см культиватором КПИР-7,2.

Наблюдения, определения и учеты проводены по общепринятым методикам:

- *засорённость пахотного слоя* семенами сорняков определялась после уборки культуры путем отбора проб почвы с делянок буром диаметром 8 см в 8 местах, по диагонали каждого варианта в первой и третьей повторности по слоям почвы 0-10, 10-20, 20-30 см, затем путем промывки через сито с диаметром отверстий 0-25 мм семена сорняков отделялись от почвы;
- *учет засорённости посевов* проводился на площадках $0,25 \text{ м}^2$ по 8 штук на первой и третьей повторности, в три срока, метод учета — количественно-весовой, показатели переводились на 1 м^2 . Учет проводился в период появления массовых всходов в середине вегетации культуры и перед уборкой.
- *учет урожайности* проводился путем сплошного обмолота всей массы с учетной делянки комбайном СК-5. Данные по учету приводились к 100% чистоте и 14% влажности (ГОСТ 27548-97);
- *определение количества и качества клейковины* ГОСТ 13586.1-68;
- *определения натурной массы* ГОСТ 10840-64;
- *определения белка* ГОСТ 10846-74.

Данные результатов исследований подвергались математической обработке, методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов по Доспехову Б.А. Статистическая обработка результатов полевых опытов проводилась на персональном компьютере с использованием программы AGROS версия 2.06.

Результаты и обсуждение. Наши наблюдения за засорённостью посевов озимой пшеницы показали, что видовой состав сорного компонента был представлен в большей степени малолетними видами, численность которых по обоим предшественникам составила в среднем 97% от общего числа сорняков. Доминирующими компонентами агрофитоценоза из малолетних видов были такие сорные растения как — подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), ярутка полевая (*Thlaspi arvense* L.), пастушья сумка (*Capsella bursa-pastoris* Medic), просвирник пренебреженный (*Malva neglecta* Wall.), просо куриное (*Echinochloa crusgalli* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), паслен черный (*Solanum nigrum* L.), из многолетних — вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.) одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinalis* W.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* L.), осот желтый (*Sonchus arvensis* L.), льнянка обыкновенная (*Linaria vulgaris* L.).

Количественно-весовой метод учета сорняков в фазу полной спелости зерна озимой пшеницы показал, что система мероприятий по уходу за чистым паром в полной мере выполняла одну из своих агротехнических задач — очищение полей от сорной растительности. Здесь конкурентоспособность культуры возрастала по всем способам обработки почвы. В посевах озимых, размещённых по занятому пару, отмечалось увеличение засорённости по сравнению с чистым паром. Так, количество сорных растений на вариантах озимой пшеницы по предшественнику чистый пар составило в среднем по фонам $27,5 \text{ шт./м}^2$, по неправому предшественнику (горчица) их было больше в 2,4 раза.

Показатель массы сорняков имел ту же тенденцию. Наибольшая их сухая масса сформировалась на вариантах с предшественником горчица, и составила в среднем по фонам питания — $56,6 \text{ г/м}^2$. В посевах озимой пшеницы по чистому пару масса сорняков была на 76% ниже, чем по непаровому предшественнику (табл. 1).

Разница между изучаемыми обработками почвы была не столь контрастна. Анализ засорённости посевов озимой пшеницы показал, что более низкой засорённостью характеризовался вариант с дифференцированной обработкой, где снижение общей численности сорняков составило 7%, здесь же отмечалось менее интенсивное накопление сухой биомассы сорных растений на 4% по сравнению со вспашкой. На вариантах с дисковой и гребнекулисной обработкой численность сорняков снижалась относительно отвальной обработки соответственно на 1 и 5%. Однако на вспашке, сорняки были менее развитыми, чем на вышеозначенных вариантах, где основная обработка почвы велась без оборота пласта на 15 и 16%. Мелкая плоскорезная обработка приводила к наибольшему засорению посевов, как по численности, так и по массе сорных растений соответственно на 9 и 12% относительно контроля.

Засорённость посевов по вариантам обработки пара хорошо согласуется с потенциальным запасом семян сорных растений в почве, который состоял преимущественно из малолетних видов, главным образом, ранних и поздних яровых. Доля семязачатков многолетних видов по чистому пару не превышала 1,8% по занятому 2,5%. Наименьший семенной запас сорняков в 0-30 см слое почвы отмечался при возделывании озимой пшеницы по предшественнику — чистый пар (в 3,3 раза меньше, чем по горчице), что наблюдается по всем изучаемым вариантам обработки. Это объясняется тем, что засорённость предшествующей культуры (горчицы) в сравнении с чистым паром была более высокой в силу того, что здесь преобладали в основной массе однолетние сорные растения, способные ежегодно обсеменяться, и, имея высокую семенную продуктивность, в значительной степени увеличивать запас семян в почве.

Анализируя полученные данные, можно констатировать тенденцию к увеличению потенциальной засорённости на фоне мелкой плоскорезной обработки. При использовании, которой в верхнем слое почвы было сосредоточено по чистому пару 40% по занятому 54% семян сорных растений или 5,7 и 27,8 млн. шт./га. Суммарный запас семян сорняков на этом варианте достигал по чистому пару 14,0 по занятому 51,2 млн. шт./га. Это связано с большим числом и лучшим развитием сорных растений на данном варианте и, в итоге, более высокой их семенной продуктивностью в среднем на 18% выше, чем на отвальной обработке. Гребнекулисная и дисковая обработки, приводили к увеличению количества семян сорных растений на 6-7% относительно контроля. Более эффективной по очищению слоев почвы от семян сорных растений оказалась дифференцированная обработка, которая снижала суммарные запасы семян сорняков в пахотном слое на 5% по сравнению с ежегодной вспашкой. Это дает основание сделать вывод, что сочетание обычной отвальной и поверхностной дисковой обработок почвы в севообороте является фактором, способствующим снижению общего семенного запаса сорняков в обрабатываемом слое почвы.



Таблица 1. Засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от предшественников, способов обработки почвы и уровня удобрения
Table 1. Infestation of winter wheat crops depending on predecessors, tillage methods and fertilization level

№ варианта	Чистый пар				Занятый пар				Среднее по варианту	
	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀		N ₀ P ₀ K ₀		N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀		N ₀ P ₀ K ₀			
	шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²	шт/м ²	г/м ²
1	23,8	38,2	21,8	24,8	87,2	56,1	58,2	42,5	47,7	40,4
2	26,0	26,0	25,2	25,9	62,4	62,6	65,0	41,3	44,6	38,9
3	28,2	37,1	31,0	26,8	71,8	66,8	57,2	56,9	47,0	46,8
4	26,5	37,2	26,4	41,0	72,6	54,1	42,8	53,9	45,4	46,5
5	31,2	31,6	35,5	33,2	71,2	84,9	70,0	47,3	51,9	49,2
Ср.	32,6	34,0	28,0	30,3	73,0	64,9	58,6	48,4	-	-

Таблица 2. Изменение урожайности озимой пшеницы в зависимости от предшественников, способов обработки почвы, и фонов питания, т/га
Table 2. Change in the yield of winter wheat depending on predecessors, tillage methods, and nutritional backgrounds, t/ha

№ п/п	Предшественники						Среднее по варианту обработки
	ч/пар (С1)			Горчица (С2)			
	N ₀ P ₀ K ₀ (B1)	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (B2)	Среднее по фонам	N ₀ P ₀ K ₀ (B1)	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (B2)	Среднее по фонам	
A1	4,22	4,82	4,52	3,84	4,53	4,18	4,35
A2	4,40	5,09	4,74	4,05	4,97	4,51	4,62
A3	4,27	4,97	4,62	3,82	4,68	4,25	4,43
A4	4,26	4,86	4,56	3,68	4,60	4,14	4,35
A5	4,35	4,88	4,61	3,91	4,42	4,16	4,38
Среднее	4,32	4,90	4,61	3,86	4,64	4,24	

НСР_{0,05} А-0,11 (способы обработки); В-0,07 (питание); С-0,07(предшественники); АВ-0,15; АС-0,15; ВС-0,02; АВС-0,21

Примечание под цифрами обозначены обработки почвы: А1-отвальная на 20-22 см; А2- дифференцированная; А3- гребнекульная на 13-15см; А4-дисковая на 6-8 см; А5- плоскорезная на 13-15см.

Исследуемые в опыте фоны питания оказали разноплановое влияние на обилие сорного компонента в посевах озимой пшеницы. На фоне N₃₀P₃₀K₃₀ обеспечивалось формирование значительно большей биомассы и количества сорных растений соответственно на 25 и 22% по сравнению с естественным фоном плодородия. Это происходило вследствие того, что на удобренном фоне лучшее обеспечение элементами минерального питания усиливало конкуренцию между культурными и сорными растениями в рамках агроценоза.

Урожайность сельскохозяйственных культур является основным показателем, характеризующим эффективность применения тех или иных агротехнических приемов. Результаты опыта показали, что благодаря дополнительной продукции, получаемой в звеньях, где предшественником была горчица, сбор кормовых единиц в двух полях превышал звено с чистым паром в среднем по фонам и вариантам обработки на 22%, но одновременно урожайности озимой пшеницы по занятому пару снижались.

Размещение озимой пшеницы после чистого пара приводило к увеличению урожайности зерна. На естественном фоне, здесь было получено 4,32 т/га, что на 0,46 т/га, или 11%, больше чем, по горчице.

Применение минеральных удобрений в звене севооборота с горчицей, повышало урожайность культуры в среднем по вариантам обработки на 0,78т/га, и было эффективнее относительно звена с чистым паром, где прибавка не превышала 0,58т/га. На удобренном фоне преимущество чистого пара перед занятым снизилось и составило 0,26 т/га, при

этом разница между урожаями в пользу чистого пара в среднем по фонам питания достигала 0,37 т/га.

Наибольший эффект от применения удобрений среди изучаемых способов обработки почвы наблюдали на вариантах с дисковой, гребнекульной и дифференцированной обработкой. Где прибавки в среднем по предшественникам составили — 0,76-0,78-0,80 т/га относительно не удобренного фона соответствующих обработок. На контроле при внесении N₃₀P₃₀K₃₀ урожайность культуры повысилась на 0,64 т/га. Самая низкая отзывчивость в сборе зерна от удобрений наблюдалась на варианте с плоскорезной обработкой — 0,52 т/га.

Из способов основной обработки получение максимального урожая обеспечивала дифференцированная обработка (4,74 и 4,51т/га), вспашка уступала ей на 0,22-0,33 т/га. При этом все бесплужные обработки по величине урожая изучаемой в опыте культуры были практически равными с контролем (вспашка на 20-22см), различия в показателях урожайности, как по чистому, так и по занятому пару не превышали значений НСР (А-0,11т/га).

Расчет окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая показал, что в зависимости от вида севооборота она была разной. Наибольшая окупаемость NPK — 3,7 кг/кг была получена при возделывании ее по занятому пару. При возделывании озимой пшеницы по чистому пару окупаемость 1 кг NPK составила 2,9 кг зерна.

Так как на различных вариантах обработок удобрения обеспечивали, не равную дополнительную прибавку урожая они различались по

окупаемости единицы внесенных удобрений, дополнительно полученной прибавкой урожая. Наибольшая отзывчивость в сборе зерна от удобрений, наблюдавшаяся на вариантах с дисковой, гребнекульной и дифференцированной обработкой, обеспечила максимальную прибавку урожая от применения удобрений в размере 3,8-3,9-4,0 кг семян на каждый килограмм удобрений. И окупала денежные затраты, которые пошли на приобретение и внесение удобрений соответственно на 126-130-133%, против контроля, где окупаемость не превышала 106%.

Анализируя качественные показатели зерна озимой пшеницы, можно отметить, что наибольшее содержание сырого белка и клейковины в зерне было при выращивании ее по чистому пару 28,7 и 12,7%. При применении минеральных удобрений, их содержание возрастало до 29,7 и 13,0%. По занятому пару без применения удобрений показатели составили 22,9 и 10,7%, а при их применении 25,4 и 11,5%. Вносимые под озимую пшеницу минеральные удобрения повышали содержание не только сырой клейковины и белка, но и одновременно оказывали положительное действие на массу и массу 1000 зерен. Оптимальные показатели массы 1000 зерен и массы зерна озимой пшеницы, были получены при возделывании ее по чистому пару, где на естественном фоне они составили соответственно 40,4 г и 745 г/л, на удобренном 42,1 и 761 г/л что выше на 1 — 2,0% и 1,2- 2,5% по сравнению со значениями, полученными по горчице.

Выводы. Таким образом, значительное влияние на количество сорной растительности





в посевах озимой пшеницы имеет выбор предшественника и обработки почвы. Поле чистого пара за сезон подверглось нескольким культивациям, что позволило очистить его от сорной растительности и снизить по сравнению с занятым паром количество жизнеспособных семян в пахотном слое почвы, вегетативную массу сорняков и их численность соответственно в 3,3-1,7 и 2,4 раза. На удобренном фоне по обоим предшественникам отмечался рост числа сорных растений и увеличение их массы на 22 и 25% по сравнению с естественным фоном плодородия.

Сочетание обычной отвальной и поверхностной дисковой обработок почвы в севообороте на варианте с дифференцированной обработкой являлось фактором, способствующим снижению численности сорняков и их семенного запаса в 0-30 см слое почвы по сравнению с ежегодной отвальной обработкой. Самая высокая засоренность посевов отмечалась на варианте с плоскорезной обработкой, составив 51,9 шт/м² при массе 49,2 г/м² что превысило изучаемые показатели на контроле на 9 и 12%.

Наибольшее влияние на величину урожая зерна озимой пшеницы оказали виды паров и удобрения и меньше повлияли способы основной обработки почвы. Чистый пар по сравнению с занятым способствовал увеличению урожайности озимой пшеницы за годы исследований в среднем на 0,37 т/га. Применение минеральных удобрений повышало урожайность озимой пшеницы по чистому пару на 5,58 по занятому на 0,78 т/га. Среди всех систем обработки почвы по сбору зерна с 1 га пашни и показателям его качества лидировала дифференцированная система. При этом все бесплужные обработки по величине урожая изучаемой в опыте культуры были практически равными с контролем (вспашка на 20-22 см).

Размещение озимой пшеницы по чистому пару способствовало получению зерна более высокого качества по сравнению с непаровым предшественником (горчицей). Содержание белка и клейковины в зерне по чистому пару в среднем составило 12,8 и 29,2%, натура зерна 753 г/л, что выше по сравнению с занятым паром на 1,7-4,1 и 2,2%. Минеральные удобрения в дозе N₃₀P₃₀K₃₀ способствовали увеличению количества белка и клейковины в зерне по чистому пару в среднем на 0,3 и 1,0%, по занятому на 0,8 и 2,5%.

Список источников

1. Фомин Д.С. Влияние вида пара и фона питания на засоренность посевов и продуктивность севооборотов/ Д.С. Фомин, В.Р. Ямалтдинова, И.С. Тетерлев // Пермский аграрный вестник. 2016. № 4 (16). С. 55-60.
2. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // Почвоведение. 2019. № 9. С. 1130-1139.

Информация об авторе

Кузина Елена Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая отделом земледелия и возделывания сельскохозяйственных культур, ORCID <http://orcid.org/0000-0003-2067-4507>, elena.kuzina@autorambler.ru

Information about the author:

Elena V. Kuzina, candidate of agricultural sciences, head of the department of agriculture and cultivation of agricultural crops, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2067-4507>, elena.kuzina@autorambler.ru

3. Кравцов А.М. Роль оптимизации режима питания растений озимой пшеницы в повышении урожайности и качества зерна / А.М. Кравцов, А.В. Загорулько, Н.Н. Кравцова и др. // Труды Кубанского ГАУ. 2020. № 86. С. 68-78. DOI: 10.21515/1999-1703-86-68-78.

4. Responses of soil organic carbon and crop yields to 33-year mineral fertilizer and straw additions under different tillage systems / H. Zhang, E. A. Hobbie, P. Feng, et al. // Soil and Tillage Research. 2021. Vol. 209. Article 104943. DOI: 10.1016/j.still.2021.104943.

5. Тихонов Н.Н. Влияние предшественников на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Молодой ученый. 2016. № 23 (127). С. 192-196. URL: <http://moluch.ru/archive/127/35241/> (дата обращения: 15.03.2023).

6. Воронин А.Н. Влияние структуры севооборота, способа основной обработки почвы и удобрений на продуктивность озимой пшеницы в Центрально-Черноземном регионе/ А.Н. Воронин, В.В. Никитин, В.Д. Соловichenko и др. // Агрохимия. 2016. № 5. С. 21-27.

7. Кузина Е.В. Влияние способов основной обработки почвы и фонов питания на продуктивность культур севооборота // Пермский аграрный вестник. 2017. № 4(20). С. 75-80.

8. Гурин А.Г. Влияние бобовых предшественников на засоренность посевов озимой пшеницы / А.Г. Гурин, И.М. Чадаев // Земледелие. 2018. № 4. С. 22-24.

9. Pashtetsky V.S. Optimal doses of fertilizer application against the background of resource-saving soil cultivation technologies in the steppe zone of Russia / V.S. Pashtetsky, E.N. Turin, K.G. Zhenchenko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 640. Article 062011.

10. Шарипова Р.Б. Влияние предшественников и сроков посева на перезимовку и урожайность озимой пшеницы в изменяющихся условиях регионального климата / Р.Б. Шарипова, Р.А. Хакимов, Н.В. Хакимова // Вестник Казанского ГАУ. 2020. № 2 (58). С.66-71. DOI: 10.12737/2073-0462-2020-66-71.

11. Bondar V. Winter wheat growing in Ukraine: ecological assessment of technologies by the influence on soil fertility/ V. Bondar, N. Makarenko // Acta Agriculturae Slovenica. 2020. Vol. 115. N. 1. P.67-78. doi: 10.14720/aas.2020.115.1.982.

12. Турусов В.И. Богатых О.А., Дронова Н.В. и др. Изменение воднофизических свойств почвы и урожайности озимой пшеницы в зависимости от предшественников / В.И. Турусов, О.А. Богатых, Н.В. Дронова и др. // Земледелие. 2021. № 2. С. 10-13. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10202.

References

1. Fomin D.S., Yamaltdinova V.R., Teterlev I.S. (2016). *Vliyanie vida para i fona pitaniya na zasorennost' posevov i produktivnost' sevooborotov* [Influence of the type of fallow and the background of nutrition on the weediness of crops and the productivity of crop rotations]. *Perm'skij agrarny'j vestnik* [Perm agrarian bulletin], no. 4 (16), pp. 55-60.
2. Kiryushin V.I. (2019). *Upravlenie plodorodiem pochv i produktivnost' yu agro-cenozov v adaptivno-landshaftny'x sistemax zemledeliya* [Management of soil fertility and productivity of agrocenoses in relation to sensitive landscape plants of agriculture]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 9, pp. 1130-1139.

3. Kravcov A.M., Zagorul'ko A.V., Kravcova N.N. i dr. (2020). *Rol' optimizacii rezhima pitaniya rastenij ozimoy pshenicy v povy'shenii urozhajnosti i kachestva zerna* [The role of an alternative nutrition scheme for winter wheat plants in increasing the yield of quality and consumption]. *Trudy' Kubanskogo GAU* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 86, pp. 68-78. doi: 10.21515/1999-1703-86-68-78.

4. Responses of soil organic carbon and crop yields to 33-year mineral fertilizer and straw additions under different tillage systems / H. Zhang, E. A. Hobbie, P. Feng, et al. // Soil and Tillage Research. 2021. Vol. 209. Article 104943. doi: 10.1016/j.still.2021.104943.

5. Tixonov N.N. (2016). *Vliyanie predshestvennikov na urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenicy v usloviyax le-sostepi Srednego Povolz'ya* [Influence of expectations on the harvest and quality of consumption of winter wheat in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Molodoj uchenyj* [Young scientist], no. 23 (127), pp. 192-196. URL: <http://moluch.ru/archive/127/35241/> (date of access: 03/15/2023).

6. Voronin A.N., Nikitin V.V., Solovichenko V.D. i dr. (2016). *Vliyanie struktury sevooborota, sposoba osnovnoj obrabotki pochvy i udobrenij na produktivnost' ozimoy pshenicy v Central'no-Chernozemnom regione* [Influence of crop rotation structure, basic tillage and fertilizers on the productivity of winter wheat in the Central Chernozem production]. *Agrokhimiya* [Agrochemistry], no. 5, pp. 21-27.

7. Kuzina E.V. (2017). *Vliyanie sposobov osnovnoj obrabotki pochvy i fonov pitaniya na produktivnost' kul'tur sevooborota* [Influence of the frequency of the main tillage and nutrition backgrounds on the productivity of cultural crop rotation]. *Perm'skij agrarny'j vestnik* [Perm agrarian bulletin], no. 4 (20), pp. 75-80.

8. Gurin, A.G., Chadaev I.M. (2018). *Vliyanie bobovy'x predshestvennikov na zaso-rennost' posevov ozimoy pshenicy* [Influence of legume protectors on the infestation of winter wheat crops]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 4, pp. 22-24.

9. Pashtetsky V.S., Turin E.N., Zhenchenko K.G. Optimal doses of fertilizer application against the background of resource-saving technologies for tillage in the steppe zone of Russia. Series of conferences IOP: Earth and Environmental Sciences. 2021. Vol. 640. Article 062011.

10. Sharipova R.B., Xakimov R.A., Xakimova N.V. (2020). *Vliyanie predshestvennikov i rokov poseva na перезимовку i urozhajnost' ozimoy pshenicy v izmenyayushhixsya usloviyax regional'nogo klimata* [Influence of propaganda and sowing dates on overwintering and yield of winter wheat in changing environmental conditions]. *Vestnik Kazanskogo GAU* — [Bulletin of the Kazan State Agrarian University], No 2 (58), pp.66-71. doi: 10.12737/2073-0462-2020-66-71.

11. Bondar V., Makarenko N. (2020). Cultivation of winter wheat in Ukraine: environmental assessment of technologies for the impact on soil fertility//Acta Agriculturae Slovenica. — Vol. 115. N. 1. P. 67-78. doi: 10.14720/aas.2020.115.1.982.

12. Turusov V.I. Bogaty'x O.A., Dronova N.V. i dr. (2021). *Izmenenie vodnofizi-cheskix svoystv pochvy i urozhajnosti ozimoy pshenicy v zavisimosti ot predshestvennikov* [Changes in the water-physical properties of soil and winter wheat yield depending on the defenders]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 2, pp. 10-13. doi: 10.24411/0044-3913-2021-10202.