

Научная статья/Research Article

УДК:633.111.1:631.4:631.582(470.56)

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-62-69

**Виталий Юрьевич Скороходов**

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН, Оренбург, Россия  
skorohodov.vitali1975@mail.ru

## ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ НА ФОНЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ В СЕВОБОРОТАХ И МОНОПОСЕВЕ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО УРАЛА

*Цель исследования – установить влияние биологической активности почвы и содержания нитратного азота на продуктивность яровой пшеницы в засушливых условиях Южного Урала. Представлены результаты многолетнего стационарного опыта по влиянию на урожайность мягкой яровой пшеницы биологической активности почвы и количественного содержания нитратного азота в почве при возделывании культуры в севооборотах и монопоसेве на двух фонах минерального питания. Эксперимент проводился на стационарном участке в Оренбургской области. Вегетационные периоды исследования отнесены к трем группам засушливости и 14 из 20 лет соответствуют очень засушливым при ГТК, равном 0,6 единиц и менее; 2 года (2003 и 2013) из 20 характеризовались как незначительно засушливые. Рассмотрено возделывание мягкой яровой пшеницы в системе многополья, бессменных посевов. Установлен наибольший процент биологической активности почвы в варианте последействия гороха как по удобренному фону (31,4 %), так и неудобренному (10,2 %). Возделывание мягкой яровой пшеницы в многополье в последействии гороха и проса приводит к увеличению урожайности культуры. Урожайность яровой пшеницы в среднем за 2002–2021 гг. в последействии предшественников горох и просо составила 0,98 и 0,97 т при внесении минеральных удобрений и 0,93 и 0,90 т с 1 га на фоне без удобрений соответственно. Применение минеральных удобрений ведет к повышению биологической активности почвы, содержания нитратного азота и в итоге продуктивности сельскохозяйственной культуры. В среднем за 20 лет исследования прослеживается тесная взаимосвязь урожайности яровой пшеницы с биологической активностью почвы в последействии проса: на удобренном фоне – 71,5 %, на неудобренном – 68,7 %.*

**Ключевые слова:** севооборот, яровая мягкая пшеница, биологическая активность почвы, нитратный азот, монопосев, предшественник

**Для цитирования:** Скороходов В.Ю. Продуктивность пшеницы на фоне биологической активности почвы в севооборотах и монопоसेве в условиях Южного Урала // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 62–69. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-62-69.

**Благодарности:** исследования выполнены в соответствии с планом НИР на 2022–2024 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0526-2022-0014).

**Vitaly Yurievich Skorokhodov**

Federal Research Center for Biological Systems and Agrotechnologies, Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia  
skorohodov.vitali1975@mail.ru

## WHEAT PRODUCTIVITY ON THE SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY BACKGROUND IN CROP ROTATIONS AND MONOSOWNING UNDER THE SOUTHERN URALS CONDITIONS

*The purpose of the study is to establish the effect of soil biological activity and nitrate nitrogen content on the productivity of spring wheat in the arid conditions of the Southern Urals. The results of a long-term stationary experiment on the effect of the biological activity of the soil and the quantitative content of nitrate*

nitrogen in the soil on the yield of soft spring wheat in crop rotations and monosowing on two backgrounds of mineral nutrition are presented. The experiment was carried out on a stationary site in the Orenburg Region. The vegetation periods of the study are assigned to three groups of aridity, and 14 out of 20 years correspond to very dry ones with HTC equal to 0.6 units or less; 2 years (2003 and 2013) out of 20 were characterized as slightly dry. The cultivation of soft spring wheat in the system of multi-field, permanent crops is considered. The highest percentage of biological activity of the soil was established in the variant of the aftereffect of peas both on a fertilized background (31.4 %) and unfertilized (10.2 %). Cultivation of soft spring wheat in multi-field in the aftereffect of peas and millet leads to an increase in crop yield. Yields of spring wheat on average for 2002–2021 in the aftereffect of the predecessors, peas and millet amounted to 0.98 and 0.97 tons with the application of mineral fertilizers and 0.93 and 0.90 tons per 1 ha against the background without fertilizers, respectively. The use of mineral fertilizers leads to an increase in the biological activity of the soil, the content of nitrate nitrogen and, as a result, the productivity of an agricultural crop. On average, over 20 years of research, there is a close relationship between the yield of spring wheat and the biological activity of the soil in the aftereffect of millet: on a fertilized background – 71.5 %, on an unfertilized background – 68.7 %.

**Keywords:** crop rotation, spring soft wheat, soil biological activity, nitrate nitrogen, monosowing, predecessor

**For citation:** Skorokhodov V.Y. Wheat productivity on the soil biological activity background in crop rotations and monosowing under the Southern Urals conditions // Bulliten KrasSAU. 2022;(11): 62–69. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-62-69.

**Acknowledgments:** the studies have been carried out in accordance with the research plan for 2022–2024. FSSI FRC BST RAS (№. 0526-2022-0014).

**Введение.** Производство зерновой продукции является важнейшей задачей земледельческой науки в обеспечении продовольствием населения Российской Федерации и других мировых стран.

Для увеличения продуктивности мягкой яровой пшеницы необходимо сочетать научно обоснованные приемы в земледелии (обработка почвы, применение минеральных и органических удобрений, пополнение и сохранение почвенных влагозапасов, борьба с сеgetальной растительностью и другие мероприятия). На черноземных почвах степной зоны Южного Урала применяется отвальная вспашка, безотвальное рыхление и увеличение в севообороте доли (с 22 до 45 %) предшественников с последующей отвальной вспашкой, что способствует усилению биологической активности почвы [1]. В результате проведенных опытов в Бельгии выяснено, что отвальная вспашка после уборки пшеницы активизирует бактериальные группы, разлагающие сложные соединения. При минимализации и уменьшении глубины обработки преобладают микроорганизмы с олиготрофным образом жизни [2, 3].

Применение органических и минеральных удобрений на черноземах Южного Урала сопровождается усилением биологической активности почвы [4, 5]. В Рязанской области для усиления микробиологических процессов в шестипольных

севооборотах на фоне минеральных удобрений применяли доломитовую муку [6, 7]. В Оренбургском Предуралье в бессменных посевах пшеницы без использования минеральных удобрений уровень биологической активности был заметно снижен и составил 7,4 % [8, 9]. Оптимальное азотное питание зерновых культур обеспечивает получение хорошего урожая [10, 11]. Необходимо отметить ускоренную трансформацию азота на границе раздела корня и почвы за счет деятельности почвенных микроорганизмов [12]. Поглощение нитратного азота после периода цветения пшеницы приводит к увеличению урожайности культуры [13, 14]. По мнению многих ученых, для предотвращения снижения урожайности пшеницы нужно вносить в почву удобрения с преобладанием азотных [15]. В условиях юга Португалии в 2017–2018 гг. самые высокие значения урожайности пшеницы получены при использовании обычных азотных удобрений [16].

**Цель исследования** – установление влияния содержания нитратного азота в сопряжении с биологической активностью почвы в севооборотах и монопосевах на продуктивность яровой пшеницы в условиях Южного Урала.

**Объекты и методы.** Эксперимент проводился на стационарном опытном участке по севооборотам и бессменным посевам сельскохозяйственных культур в отделе земледелия и

ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН». Опытный участок расположен на территории Оренбургского административного района с координатами 51.775125° с.ш. и 55.306547° в.д. Почва представлена черноземом южным карбонатным среднемоющим тяжелосуглинистым с содержанием в слое 0–30 см: гумуса – 3,2–4,0 %; азота – 0,20–0,31 %; фосфора – 0,14–0,22 %; подвижного фосфора – 1,5–2,5 мг/100 г почвы; подвижного калия – 30–38 мг/100 г почвы; рН почвенного раствора – 7,0–8,1. Схема эксперимента представлена в таблице 1.

Объектами исследования являются посевы пшеницы мягкой яровой в севооборотах и монокультуре, а также почвообразцы по вариантам опыта. Эксперимент закладывался по методике Б.А. Доспехова в четырех повторениях.

Ширина деленок на 1–3 вариантах опыта составляет 14,4 м, на остальных (с 4-го по 9-й вариант) – 7,2 м. По длине деленки разграничиваются на удобренный фон (30 м) и неудобренный (60 м). Площадь деленок в севооборотах на удобренном фоне с шириной 14,4 м составляет 432 м<sup>2</sup>, с шириной 7,2 м – 216 м<sup>2</sup>, на неудобренном – соответственно 864 и 432 м<sup>2</sup>.

Таблица 1

Схема эксперимента

Севооборот, монопосев	Поле, культура						
	1	2	3	4		5	6
Шестипольные севообороты	Пар черный	Озимая рожь	Твердая пшеница	Сборное поле	Кукуруза на силос	Мягкая яровая пшеница (IV)	Ячмень
					Просо	Мягкая яровая пшеница (V)	
					Сорго на силос	Мягкая яровая пшеница (VI)	
					Горох	Мягкая яровая пшеница (VII)	
Шестипольные севообороты	Пар черный	Твердая пшеница	Мягкая яровая пшеница (контроль) (I)	Сборное		Мягкая яровая пшеница	Ячмень
	Пар занятый летним посевом суданской травы	Твердая пшеница	Мягкая яровая пшеница (II)	Сборное		Мягкая яровая пшеница	Ячмень
	Пар сидеральный	Твердая пшеница	Мягкая яровая пшеница (III)	Сборное		Мягкая яровая пшеница	Ячмень
Двуполье	Твердая пшеница	Мягкая яровая пшеница (VIII)					
Монопосев	Мягкая яровая пшеница (IX)						

Примечание: I–IX – варианты опыта.

При уборке комбайном «Сампо 500» учетная площадь на удобренном фоне составила 60 м<sup>2</sup>, на неудобренном – 120 м<sup>2</sup>.

Под основную обработку почвы предшественника вносили N<sub>40</sub>P<sub>80</sub>K<sub>40</sub>. Весной проводили боронование, культивацию, посев мягкой яровой пшеницы сорта Учитель с последующим прикатыванием. Норма высева – 4,5 млн всхожих семян на 1 га.

Для определения биологической активности почвы применялся метод разложения льняного полотна. На двух фонах питания всех вариантов опыта закладывали в почву по две аппликационные пробы на глубину 20 см. Срок экспозиции льняной ткани в почве – 90 дней. Закладку проб проводили после посева (в период всходов яровой пшеницы). Перед уборкой культуры пробы выкапывали. Затем рассчитывали процент разложения микроорганизмами ткани льняного полотна.

Для определения нитратного азота отбирались образцы в слое почвы 0–30 см на двух по-

вторениях, по двум фонам почвенного питания. Почвенные образцы отбирались ручным пробоотборником с трех точек делянки в срок после посева культуры и ее уборки. Лабораторный анализ проводили по ГОСТ 26951-86 «Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом». Полученные данные по урожайности мягкой яровой пшеницы, биологической активности почвы и содержанию нитратного азота анализировались методом множественной регрессии в программе Statistica 12.0.

**Результаты и их обсуждение.** Исследование проводилось с 2002 по 2021 г. в условиях степной зоны Южного Урала.

В таблице 2 представлены гидротермический коэффициент вегетационного периода и количество суховейных дней. Из 20 лет исследования 14 лет относятся к очень засушливым, когда показатель гидротермического коэффициента составлял 0,6 единиц и менее.

Таблица 2

Характеристика вегетационных периодов за 2002–2021 гг.

Показатель	Год исследования									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
ГТК за вегетационный период	0,46	1,09	0,50	0,44	0,63	0,70	0,56	0,15	0,59	0,63
Кол-во суховейных дней за вегетационный период	51	22	41	41	45	51	79	89	109	89
Характеристика вегетационного периода	III	I	III	III	II	II	II	III	III	III

Показатель	Год исследования									
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ГТК за вегетационный период	0,34	0,82	0,24	0,57	0,33	0,46	0,34	0,65	0,30	0,23
Кол-во суховейных дней за вегетационный период	92	86	73	63	84	44	54	112	92	105
Характеристика вегетационного периода	III	I	III	III	III	III	III	II	III	III

*Примечание.* Характеристика вегетационного периода: I – незначительно засушливый (ГТК 0,8 и более); II – засушливый (ГТК 0,6–0,8); III – очень засушливый (ГТК 0,6 и менее).

Результаты исследования свидетельствуют об изменении урожайности пшеницы мягкой в вариантах с различным набором предшественников под влиянием почвенных микроорганизмов и содержания нитратного азота. Уровень биологической активности почвы по двум фонам почвенного питания находился в интервале от 7,8 до 31,4 % (табл. 3).

Наибольшая биологическая активность микроорганизмов отмечается в седьмом варианте эксперимента, при возделывании мягкой яровой пшеницы после гороха и имеет значение по удобренному фону 31,4 %, по неудобренному – 10,2 %.

При использовании минеральных удобрений наименьшая (8,4 %) биологическая активность почвы отмечается в первом варианте.

**Продуктивность мягкой яровой пшеницы, биологическая активность почвы с долей влияния фактора и содержание нитратного азота под вариантами опытов в 2002–2021 гг.**

Вариант предшественника	Содержание в почве N-NO <sub>3</sub> , мг/100 г почвы				Разложение льняной ткани, %		Урожайность пшеницы мягкой, т/га		Доля влияния фактора биологической активности почвы, %	
	После посева культуры		После уборки культуры							
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1. Пшеница твердая по черному пару (контроль)	7,7	7,2	5,9	5,2	8,4	8,3	0,89	0,85	64,4	59,3
2. Пшеница твердая по занятому (суданка) пару	6,8	5,7	6,4	5,4	9,2	8,7	0,94	0,85	58,3	54,4
3. Пшеница твердая по сидеральному пару	7,3	7,1	7,1	5,6	10,3	8,3	0,90	0,81	41,8	52,2
4. Кукуруза на силос	9,6	6,2	5,8	5,4	9,5	9,1	0,83	0,79	54,2	43,8
5. Просо	7,8	5,8	6,3	5,1	30,0	9,0	0,97	0,90	71,5	68,8
6. Сорго на силос	6,4	5,6	5,1	3,9	10,7	9,9	0,86	0,79	36,8	36,3
7. Горох	8,4	6,2	6,5	4,7	31,4	10,2	0,98	0,93	42,9	57,9
8. Пшеница твердая (двуполье)	7,4	6,9	5,5	4,7	9,5	7,8	0,85	0,70	40,1	17,9
9. Пшеница мягкая (монокультура)	7,6	7,7	5,7	4,9	10,0	8,7	0,79	0,72	38,7	32,3

*Примечание:* I – фон с удобрением; II – фон без удобрения. НСР<sub>05</sub> по фактору А (предшественник) – 0,25; НСР<sub>05</sub> по фактору В (удобрение) – 0,33; НСР<sub>05</sub> по взаимодействию факторов АВ – 0,20.

В двуполье (в восьмом варианте) на фоне без применения минеральных удобрений отмечается снижение биологической почвенной активности до 7,8 %, что объясняется оставлением в почве однотипных растительных остатков, потребляемых определенными группами микроорганизмов.

Количественное содержание в пахотном слое почвы нитратного азота (N-NO<sub>3</sub>) отмечается в четвертом варианте опыта в последствии кукурузы на силос по удобренному фону (9,6 мг/100 г почвы) и девятом варианте в монопосеве пшеницы мягкой по удобренному (7,7 мг). В послеуборочный период наибольшее содержание N-NO<sub>3</sub> в почве отмечается под посевом пшеницы мягкой по пшенице твердой в последствии сидерального пара (третий вариант опыта): по удобренному фону – 7,1 мг/100 г почвы и удобренному – 5,6 мг/100 г почвы. Минимальное количество нитратного азота в среднем за годы эксперимента

отмечается в шестом варианте опыта при возделывании пшеницы мягкой по сорго на силос и составляет 5,1 и 3,9 мг/100 г почвы соответственно по фонам с удобрениями и без них. По результатам исследования наибольшая урожайность мягкой яровой пшеницы в среднем за 2002–2021 гг. получена в вариантах севооборотов с горохом и просом на фоне применения минеральных удобрений 0,98 и 0,97 и удобренном 0,93 и 0,90 т/га соответственно. При возделывании пшеницы мягкой в двуполье с пшеницей твердой (восьмой вариант) прибавка урожайности от применения минеральных удобрений составила 0,15 т/га. Применение минеральных удобрений ведет к повышению биологической активности почвы, содержанию нитратного азота и в итоге продуктивности сельскохозяйственной культуры. При обработке экспериментальных данных методом множественной регрессии установлена зависимость урожайности пшеницы мягкой от биологической ак-

тивности почвы от 17,9 (в седьмом и восьмом вариантах на удобренном фоне) до 71,5 % (в пятом варианте на удобренном фоне). В среднем за 20 лет исследования отмечается тесная взаимосвязь урожайности мягкой яровой пшеницы с биологической активностью почвы в пятом варианте опыта при использовании минеральных удобрений (71,5 %) и без них (68,8 %). В шестом варианте опыта доля влияния фактора биологической активности на урожайность пшеницы мягкой при использовании удобрений минимальна и составляет 36,8 %. Также минимально влияние (32,3 %) на урожайность действия почвенных микроорганизмов в девятом варианте монокультуры пшеницы на фоне без удобрений. Отказ от использования минеральных удобрений приводит к снижению микробиологической активности почвы. Свидетельством этому являются данные по вариан-

там опытов. Снижение активности микроорганизмов на удобренном фоне отмечается в последствии большинства предшественников, исключение составляют третий и седьмой варианты. Увеличение доли влияния фактора на удобренном фоне в третьем и седьмом варианте опыта достигается путем возделывания предшествующей сидеральной культуры и гороха.

Для благоприятного роста и развития мягкой яровой пшеницы необходимо достаточное количество нитратного азота, от его содержания зависит формирование урожайности.

В третьем варианте опыта урожайность пшеницы мягкой в последствии сидерального пара имеет наибольшую долю влияния фактора (количество нитратного азота после посева культуры) – 24,67 % при уровне значимости 0,01 по удобренному фону (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние содержания нитратного азота в почве на урожайность пшеницы мягкой в севооборотах за 20 лет наблюдений**

Фон питания	Вариант опыта по предшественнику	Уровень значимости (P)		Коэффициент дельта (δ)		Доля влияния фактора, %	
		I	II	I	II	I	II
Удобрённый	1. По пшенице твердой после черного пара (контроль)	0,04	0,01	0,22	0,78	8,14	28,86
	2. По пшенице твердой после занятого пара	0,24	0,01	0,01	0,99	0,38	33,82
	3. По пшенице твердой после сидерального пара	0,01	0,04	0,69	0,31	24,67	10,93
	4. По кукурузе на силос	0,87	0,80	0,13	0,87	0,05	0,35
Неудобрённый	5. По просо	0,01	0,02	0,63	0,37	23,31	13,69
	6. По сорго на силос	0,03	0,04	0,53	0,47	17,60	15,60
	7. По гороху	0,02	0,03	0,57	0,43	20,94	16,06
	8. По пшенице твердой в двуполье	0,00	0,00	0,53	0,47	27,08	24,12
	9. По пшенице мягкой (монокультура)	0,17	0,04	0,11	0,89	2,64	21,16

Примечание: I – содержание нитратного азота в почве после посева; II – содержание нитратного азота в почве после уборки.

Максимальная доля использования нитратного азота к уборке культуры и влияния на урожайность мягкой яровой пшеницы (33,82 %) отмечена во втором варианте на удобренном фоне. В вариантах опыта с пятого по девятый влияние содержания нитратного азота на удобренном фоне не установлено. На фоне без применения минеральных удобрений наибольшая

доля влияния количества нитратного азота до и после посева культуры на урожайность отмечается в восьмом варианте и составляет 27,08 и 24,12 % соответственно. На остальных вариантах эксперимента влияние количественного содержания нитратного азота в почве на урожайность пшеницы мягкой малозначимо.

**Заключение.** При изучении возделывания мягкой яровой пшеницы по различным предшественникам в шестипольных севооборотах, двуполье и монопосеве установлено влияние биологической активности почвы и содержания нитратного азота на продуктивность культуры. Наибольшая биологическая активность почвы отмечается в варианте возделывания мягкой яровой пшеницы после гороха (седьмой вариант опыта): на удобренном фоне – 31,4 %; на неудобренном фоне – 10,2 %. Установлено, что в среднем за 2002–2021 гг. наибольшая урожайность яровой пшеницы формируется в шестипольном севообороте, где в качестве предшественника выступает горох. Урожайность яровой пшеницы по гороху составила: на удобренном фоне – 0,98 т/га; на фоне без удобрения – 0,93 т/га. Тесная взаимосвязь (71,5 %) урожайности культуры с биологической активностью почвы прослеживается также в пятом варианте опыта при использовании минеральных удобрений. Исходя из результатов исследования, аграриям Южного Урала, специализирующимся на возделывании зерна мягкой яровой пшеницы, с целью увеличения валовой продукции культуры предлагается возделывать ее в системе шестипольных севооборотов с применением минеральных удобрений, где в качестве предшественника выступают горох на зерно.

#### Список источников

1. Динамика плодородия почвы при возделывании яровой пшеницы в севооборотах и бессменно в зависимости от системы удобрений и обработки / С.Д. Гилев [и др.] // Земледелие. 2017. № 4. С. 22–26.
2. Горянин О.И., Щербинина Е.В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2020. № 11. С. 25–29.
3. Юцкевич Л.В., Пахотина И.В., Щитов А.Г. Эффективность использования агротехнологических приемов возделывания мягкой яровой пшеницы в повышении продуктивности и качества зерна в Омской области // Вестник КрасГАУ. 2021. № 7. С. 26–34.
4. Интенсификация возделывания яровой пшеницы на земледельческой территории Сибири / В.Н. Романов [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2022. № 5. С. 17–27.
5. Скороходов В.Ю. Биологический фактор воспроизводства гумуса и поддержания плодородия почвы в условиях степной зоны Южного Урала // Плодородие. 2021. № 2 (119). С. 55–59.
6. Кузнецов Д.А. Влияние минеральных удобрений и норм высева на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Аграрный научный журнал. 2020. № 11. С. 25–29.
7. Резервы повышения урожайности яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / В.Н. Шоба [и др.] // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 6. С. 31–33.
8. Скороходов В.Ю. Продуктивность яровой мягкой пшеницы в сопряжении с содержанием макроэлементов и биоактивностью почвы на черноземах южных степной зоны Южного Урала // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2 (54). С. 46–53.
9. Волошин Е.И., Ивченко В.К., Количенко А.А. Особенности накопления растительных остатков яровой пшеницы на государственных сортоучастках Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2021. № 6. С. 47–57.
10. Келер В.В., Хижняк С.В. Аспекты повышения продуктивности и рентабельности производства зерна яровой пшеницы в Красноярском крае // Вестник КрасГАУ. 2019. № 6. С. 28–34.
11. Dynamics of soil Mikrobial Communities below the Seedbed under Two Contrasting Tillage Regimes / F. Degruene [et al.] // Front Microbiol. 2017. № 8: 1127. P. 15.
12. Effects of Independent and Combined Water Deficit and High-Nitrogen Treatments on Flag Leaf Proteomes during Wheat Grain Development / D. Zhu [et al.] // Int J. Mol Sci. 2020. № 8: 1127, P. 15.
13. Canega В.А., Турсумбекова Г.Ш. Урожайность, экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твердой пшеницы в южной лесостепи Тюменской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020. № 21 (2). С. 143–123.
14. Романов В.Н., Демиденко Г.А., Дружинин А.Г. Применение интенсивной технологии возделывания яровой пшеницы в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2021. № 4. С. 21–26.
15. Свирина В.А., Артюхова О.А. Азотный режим и биологическая активность почвы под влиянием известкования и удобрений // Плодородие. 2019. № 5 (110). С. 11–14.
16. Water Regime and Nitrogen Management to Cope with Wheat Yield Variability under the Mediterranean Conditions of Southern Portugal / M. Patanita [et al.] // Plants. 2019. 8(10): 429. P. 15.

References

1. Dinamika plodorodiya pochvy pri vozdeleyvaniy yarovoj pshenicy v sevooborotah i bessmenno v zavisimosti ot sistemy udobrenij i obrabotki / S.D. Gilev [i dr.] // Zemledelie. 2017. № 4. S. 22–26.
2. Goryanin O.I., Scherbinina E.V. Sovershenstvovanie tehnologii vozdeleyvaniya yarovoj pshenicy v Povolzh'e // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2020. № 11. S. 25–29.
3. Yuschkevich L.V., Pahotina I.V., Schitov A.G. `Effektivnost' ispol'zovaniya agrotehnologicheskikh priemov vozdeleyvaniya myagkoj yarovoj pshenicy v povyshenii produktivnosti i kachestva zerna v Omskoj oblasti // Vestnik KrasGAU. 2021. № 7. S. 26–34.
4. Intensifikaciya vozdeleyvaniya yarovoj pshenicy na zemledel'cheskoj territorii Sibiri / V.N. Romanov [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2022. № 5. S. 17–27.
5. Skorohodov V.Yu. Biologicheskij faktor vosproizvodstva gumusa i podderzhaniya plodorodiya pochvy v usloviyah stepnoj zony Yuzhnogo Urala // Plodorodie. 2021. № 2 (119). S. 55–59.
6. Kuznecov D.A. Vliyanie mineral'nyh udobrenij i norm vyseva na urozhajnost' i kachestvo zerna yarovoj pshenicy // Agrarnyj nauchnyj zhurnal. 2020. № 11. S. 25–29.
7. Rezervy povysheniya urozhajnosti yarovoj pshenicy v lesostepi Zapadnoj Sibiri / V.N. Shoba [i dr.] // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2017. T. 31, № 6. S. 31–33.
8. Skorohodov V.Yu. Produktivnost' yarovoj myagkoj pshenicy v sopryazhenii s sodержaniem makro`elementov i bioaktivnost'yu pochvy na chernozemah yuzhnyh stepnoj zony Yuzhnogo Urala // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. 2021. № 2 (54). S. 46–53.
9. Voloshin E.I., Ivchenko V.K., Kolichenko A.A. Osobennosti nakopleniya rastitel'nyh ostatkov yarovoj pshenicy na gosudarstvennyh sortouchastkah Krasnoyarskogo kraja // Vestnik KrasGAU. 2021. № 6. S. 47–57.
10. Keler V.V., Hizhnyak S.V. Aspekty povysheniya produktivnosti i rentabel'nosti proizvodstva zerna yarovoj pshenicy v Krasnoyarskom krae // Vestnik KrasGAU. 2019. № 6. S. 28–34.
11. Dynamics of soil Mikrobial Communities below the Seedbed under Two Contrasting Tillage Regimes / F. Degruene [et al.] // Front Microbiol. 2017. № 8: 1127. P. 15.
12. Effects of Independent and Combined Water Deficit and High-Nitrogen Treatments on Flag Leaf Proteomes during Wheat Grain Development / D. Zhu [et al.] // Int J. Mol Sci. 2020. № 8: 1127, P. 15.
13. Sapega V.A., Tursumbekova G.Sh. Urozhajnost', `ekologicheskaya plastichnost' i stabil'nost' sortov yarovoj myagkoj i tverdoj pshenicy v yuzhnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2020. № 21 (2). S. 143–123.
14. Romanov V.N., Demidenko G.A., Druzhinin A.G. Primenenie intensivnoj tehnologii vozdeleyvaniya yarovoj pshenicy v usloviyah Krasnoyarskoj lesostepi // Vestnik KrasGAU. 2021. № 4. S. 21–26.
15. Svirina V.A., Artyuhova O.A. Azotnyj rezhim i biologicheskaya aktivnost' pochvy pod vliyaniem izvestkovaniya i udobrenij // Plodorodie. 2019. № 5 (110). S. 11–14.
16. Water Regime and Nitrogen Management to Cope with Wheat Yield Variability under the Mediterranean Conditions of Southern Portugal / M. Patanita [et al.] // Plants. 2019. 8(10): 429. P. 15.

Статья принята к публикации 19.10.2022 / The article accepted for publication 19.10.2022.

Информация об авторах:

**Виталий Юрьевич Скороходов**, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

**Vitaly Yurievich Skorokhodov**, Leading Researcher, Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Candidate of Agricultural Sciences