

ВЛИЯНИЕ ГЛУБОКОЙ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ СОРТА ИРЕНЬ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. П. Логинов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве им. Ю.П. Логинова loginov.yup@gausz.ru, ORCID ID: 0000-0002-2372-9350;
А. А. Казак, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве им. Ю.П. Логинова, kazakaa@gausz.ru, ORCID ID: 0000-0002-0563-3806
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», 625003, Тюменская обл., г. Тюмень, ул. Республики, д. 7; e-mail: pr@gausz.ru

Целью данных исследований было изучение влияния глубокой безотвальной обработки почвы на урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта Ирень в северной лесостепи Тюменской области. Исследования проведены в 2020–2022 гг. на опытном поле ГАУ Северного Зауралья. Установлено, что при ежегодной отвальной вспашке на выщелоченном тяжелосуглинистом черноземе образуется плотный подпахотный слой почвы с плотностью 1,6–2,1 г/см², который сдерживает поступление воды в глубокие слои почвы, а также ограничивает развитие корневой системы. Безотвальная глубокая (35–40 см) обработка почвы ПЧН-2,1 позволяет снизить плотность почвы до 1,2 г/см², увеличить запас влаги в пахотном горизонте с 19 до 24 мм, в метровом – со 147 до 173 мм. Растения пшеницы хорошо росли, развивались, сформировали площадь листьев 42,4 тыс. м²/га, что на 7,7 тыс. м²/га выше по сравнению с отвальной вспашкой. На глубокой безотвальной обработке к уборке сохранилось 4,41 млн растений, на отвальной вспашке – 4,06 млн шт./га, продуктивная кислотность соответственно была 1,1; 1,3, количество зерен в колосе – 14 и 18 шт. в пользу глубокой безотвальной обработки. Урожайность была 4,61 т/га, что на 0,69 т/га выше по сравнению с отвальной вспашкой. По качеству зерна больших различий не установлено, в обоих случаях зерно отвечало требованиям на ценную пшеницу. Рентабельность составила 40,3 %, что выше на 15,5 % по сравнению с отвальной вспашкой.

Ключевые слова: обработка почвы, яровая пшеницы, сорт Ирень, урожайность, качество зерна.

Для цитирования: Логинов Ю. П., Казак А. А. Влияние глубокой безотвальной обработки почвы на урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта Ирень в северной лесостепи Тюменской области // Зерновое хозяйство России. 2024. Т. 16, № 6. С. 87–92. DOI: 10.31367/2079-8725-2024-95-6-87-92.



THE EFFECT OF DEEP SUBSOIL TILLAGE ON PRODUCTIVITY AND GRAIN QUALITY OF SPRING WHEAT VARIETY 'IREN' IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF THE TYUMEN REGION

Yu. P. Loginov, Doctor of Agricultural Sciences, professor department of Biotechnology and Plant Breeding named after Yu.P. Loginov, loginov.yup@gausz.ru, ORCID ID: 0000-0002-2372-9350;
A. A. Kazak, Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, head of the department of Biotechnology and Plant Breeding named after Yu.P. Loginov, kazakaa@gausz.ru, ORCID ID: 0000-0002-0563-3806
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Northern Trans-Ural State Agricultural University", 625003, Tyumen region, Tyumen, Respublik Str., 7; e-mail: pr@gausz.ru

The purpose of the current work was to study the effect of deep subsoil tillage on productivity and grain quality of spring wheat variety 'Iren' in the northern forest-steppe of the Tyumen region. The study was conducted on the experimental plot of the Northern Trans-Ural State Agricultural University in 2020–2022. There has been established that with annual moldboard plowing of leached heavy loamy blackearth, there is a dense subsurface soil layer with a density of 1.6–2.1 g/cm², which restrains the flow of water into the deep soil layers and limits the development of the root system. The deep (35–40 cm) subsoil tillage PCHN-2.1 allows reducing the soil density to 1.2 g/cm², increasing the moisture reserve in the arable layer from 19 to 24 mm, in the meter layer from 147 to 173 mm. The wheat plants have grown, developed well and formed a leaf area of 42.4 thousand m²/ha, which is 7.7 thousand m²/ha higher compared to moldboard plowing. 4.41 million plants remained for harvesting with deep subsoil tillage, 4.06 million plants/ha with moldboard plowing, the productive acidity was 1.1; 1.3, respectively, the number of grains per ear was 14 and 18 pcs. in favor of deep subsoil tillage. The productivity was 4.61 t/ha, which was 0.69 t/ha higher compared to moldboard plowing. There were no significant differences in grain quality; in both tillage options the grain met the requirements for valuable wheat. Profitability was 40.3 %, which was 15.5 % higher than with moldboard plowing.

Keywords: tillage, spring wheat, variety 'Iren', productivity, grain quality.

Введение. Яровая пшеница является основной зерновой культурой в Тюменской области. В прошлом она занимала площадь пашни около 800 тыс. га. В последнее десятилетие стабильно высевается на площадь 400 тыс. га. Средняя урожайность ее в области составляет 2,2–2,4 т/га, хотя реестровые сорта сибирской и инорайонной селекции имеют потенциальную урожайность 4–5 т/га, в том числе и сорт Ирень уральской селекции (Зезин и др., 2022; Яценко и др., 2022; Morgounov et al., 2022; Шаманин и др., 2021).

Следует отметить, что реестровые сорта пшеницы возделываются по общепринятой технологии, поэтому не могут полностью проявить свои потенциальные возможности. В этой связи необходимо для каждого сорта разрабатывать технологию возделывания (Зезин и др., 2022; Конищев и Гарифуллин, 2022; Rzaeva, 2021).

Последние десятилетия отличаются потеплением климата и усилением засух, осенняя вспашка почвы оборотными плугами затруднена. Орудия часто выходят из строя. Кроме того, ежегодная вспашка отвальными плугами приводит к образованию плужной «подошвы», которая сдерживает поступление влаги в пахотный горизонт из нижних слоев почвы, а также сдерживает развитие корневой системы вглубь (Абрамов и др., 2022; Фисунов и Чекмарева, 2023; Fisunov et al., 2022).

Цель наших исследований заключается в изучении влияния глубокой безотвальной обработки почвы на урожайность и качество зерна яровой пшеницы сорта Ирень в северной лесостепи Тюменской области.

Материалы и методы исследований. Исследования были проведены в 2020–2022 гг. на опытном поле ГАУ Северного Зауралья. Почва – чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый, средне обеспечена азотом и фосфором, хорошо – калием, реакция почвенного раствора 6,7, содержание гумуса 7,2 %.

Предшественник однолетние травы. В опыте изучалась глубокая (35–40 см) безотвальная обработка почвы ПЧН-2,1 в сравнении с традиционной отвальной вспашкой плугом ПН-3-35 на глубину 23–25 см.

За объект изучения взят реестровый сорт яровой мягкой пшеницы Ирень, который широко распространен в Тюменской области. Сорт раннеспелый, по качеству зерна относится к ценной пшенице.

Площадь делянки 100 м², учетная – 50 м², повторность четырехкратная, размещение делянок систематическое. Срок посева оптимальный при температуре почвы 10–12 °С, норма высева 6 млн всхожих зерен на гектар.

Минеральные удобрения вносили в почву перед посевом пшеницы на планируемую урожайность 5 т/га. Для борьбы с сорняками посевы пшеницы обрабатывали гербицидом Пума Супер 100, КЭ в дозе 1,0 л/га в фазу кущения растений.

Уборку провели в фазу полной спелости зерна комбайном Samro-130 с последующим взвешиванием урожайности и приведением ее к 14%-й влажности и 100 %-й чистоте. Урожайные данные обработаны статистическим методом по Б. А. Доспехову (2014) и с использованием программного продукта Snedecor.

Результаты и их обсуждение. Годы исследований по условиям были разными. Так, 2020 г. характеризовался как умеренно влажный и прохладный (ГТК = 1,04) во второй половине лета. В 2022 г. погода сложилась вполне благоприятной для роста, развития растений пшеницы и получения высокой урожайности (ГТК = 1,14). 2021 г. отличался сухой и жаркой погодой (ГТК = 0,44). Контрастные погодные условия в годы исследований позволили более полно изучить поставленную задачу.

Изучаемые обработки повлияли на запас влаги в пахотном и метровом слоях почвы (табл. 1).

Таблица 1. Запас влаги в почве в зависимости от основной обработки (2020–2022 гг.)
Table 1. Soil moisture content depending on primary tillage (2020–2022)

Вариант опыта	Запас влаги в почве, мм					
	перед посевом		фаза кущения		перед уборкой	
	1	2	1	2	1	2
Отвальная вспашка ПН-3-35 на 23–25 см	19	147	16	139	12	94
Безотвальная вспашка ПЧН-2,1 на 35–40 см	24	173	21	162	17	115
НСР ₀₅	3	14	4	11	2	7

Примечание. 1 – пахотный горизонт; 2 – метровый слой почвы.

Из анализа данных таблицы 1 следует, что по глубокой безотвальной обработке запас влаги в пахотном слое и метровом слое почвы в течение летнего периода был выше, чем по отвальной вспашке на 23–25 см.

Глубокая безотвальная вспашка благоприятно повлияла на плотность почвы в подпахотном горизонте (табл. 2), что способствовало лучшему развитию коневой системы и проникновению ее на большую глубину.

Таблица 2. Влияние обработки почвы на ее плотность (2020–2022 гг.)
Table 2. Effect of tillage on soil density (2020–2022)

Вариант опыта	Плотность почвы, г/см ²					
	перед посевом		фаза кущения		перед уборкой	
	1	2	1	2	1	2
Отвальная вспашка ПН-3-35 на 23–25 см	1,12	1,35	1,19	1,43	1,24	1,62
Безотвальная вспашка ПЧН-2,1 на 35–40 см	1,14	1,17	1,22	1,28	1,17	1,24
НСР ₀₅	0,01	0,09	0,04	0,13	0,02	0,16

Примечание. 1 – пахотный слой; 2 – метровый слой почвы.

Разрушение плужной «подошвы» улучшает доступ влаги к корневой системе, что благоприятно влияет на формирование надземной части растений пшеницы. Прежде всего необ-

ходимо обратить внимание на густоту всходов и сохранность растений к уборке (табл. 3), которые тесно коррелируют с урожайностью зерна ($r = 0,79 \pm 0,11$; $r = 0,86 \pm 0,14$).

Таблица 3. Густота всходов и сохранность растений пшеницы к уборке (2020–2022 гг.)
Table 3. Sprout density and survival of wheat plants at harvest (2020–2022)

Вариант опыта	Густота стояния растений в фазу всходов		Сохранность растений к уборке	
	шт./м ²	%	шт./м ²	%
Отвальная вспашка ПН-3-35 на 23–25 см	458	76,3	406	67,6
Безотвальная вспашка ПЧН-2,1 на 35–40 см	495	82,5	441	73,5
НСР ₀₅	23	–	19	–

По безотвальной обработке на 35–40 см густота всходов составила 495 шт./м², или на 37 шт. больше по сравнению с отвальной вспашкой на 23–25 см. По сохранности растений к уборке преимущество также было за безотвальной глубокой обработкой.

В варианте с безотвальной обработкой растения пшеницы хорошо росли и развивались. Они имели более развитую листовую поверхность (табл. 4) за счет дополнительных побегов, количества листьев на растении и более лучшего развития листовой пластинки.

Таблица 4. Площадь листьев и продуктивность фотосинтеза (2020–2022 гг.)
Table 4. Leaf area and photosynthetic productivity (2020–2022)

Вариант опыта	Количество листьев на растении, шт.	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФСР, тыс. м ² *сутки/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г*м ² /сутки
Отвальная вспашка ПН-3-35 на 23–25 см	7	34,7	912	4,8
Безотвальная вспашка ПЧН-2,1 на 35–40 см	9	42,4	1175	5,2
НСР ₀₅	0,5	2,7	43	0,2

Общее состояние растений пшеницы по безотвальной глубокой обработке было лучше, чем по отвальной вспашке. Растения имели темно-зеленую окраску. Между площадью листьев и урожайностью зерна пшеницы в изуча-

емых вариантах опыта установлена тесная положительная связь ($r = 0,87 \pm 0,15$; $0,92 \pm 0,12$).

Показатели устойчивости растений к полеганию представлены в таблице 5.

Таблица 5. Устойчивость растений пшеницы к полеганию (2020–2022 гг.)
Table 5. Lodging resistance of wheat plants (2020–2022)

Вариант опыта	Высота растений	Длина нижних междоузлий, см		Масса 1 см стебля, мг	Устойчивость к полеганию, балл
		первого	второго		
Отвальная вспашка ПН-3-35 на 23–25 см	86±5	3,8±0,6	7,5±0,9	18±1,4	4,6±0,5
Безотвальная вспашка ПЧН-2,1 на 35–40 см	92±8	4,2±0,4	8,6±0,7	21±0,9	4,2±0,3
НСР ₀₅	4,6	0,3	0,8	1,6	0,2

Строение стебля растений по изучаемым обработкам почвы было вполне приемлемо и обеспечило достаточно высокую устойчивость к полеганию (4,6–4,2 балла). В годы исследований посев пшеницы по полянкам уби-

рали без затруднений и качественно. При этом зерно среднераннего сорта Ирень имело влажность 12,4–13,8 %.

При изучении любого агроприема важным показателем является урожайность (табл. 6).

Таблица 6. Влияние обработки почвы на урожайность пшеницы (2020–2022 гг.)
Table 6. Effect of tillage on wheat productivity (2020–2022)

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Прибавка урожайности, т/га	V, %
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	средняя		
Отвальная вспашка ПН-3-35 на 23–25 см	4,19	3,21	4,37	3,92	–	21,5
Безотвальная вспашка ПЧН-2,1 на 35–40 см	4,76	4,15	4,93	4,61	0,69	14,7
НСР ₀₅	0,38	0,24	0,31	–	–	–

Из анализа данных таблицы 6 следует, что в годы исследований по отвальной вспашке на 23–25 см урожайность пшеницы сорта Ирень изменялась от 3,21 т/га в 2021 г. до 4,37 т/га в 2022 г., в среднем 3,92 т/га. Таким образом, реальная урожайность была далека от планируемой.

По глубокой безотвальной обработке урожайность в среднем за три года исследований

составила 4,61 т/га. При этом в засушливом 2021 г. она была 4,15 т/га, или на 0,94 т/га выше, чем по отвальной вспашке на глубину 23–25 см. В среднем за три года по глубокой безотвальной обработке урожайность пшеницы на 0,69 т/га, выше, чем по отвальной вспашке.

Обработка почвы также повлияла на формирование элементов структуры урожайности (табл. 7).

Таблица 7. Структура урожайности пшеницы в зависимости от обработки почвы (2020–2022 гг.)
Table 7. Structure of wheat productivity depending on tillage (2020–2022)

Вариант опыта	Количество растений перед уборкой, шт./м ²	Коэффициент продуктивной кустистости	Зерен в колосе, шт.	Масса, г	
				1000 зерен	зерна с колоса
Отвальная вспашка ПН-3-35 на 23–25 см	406	1,1	14	36,2	0,86
Безотвальная вспашка ПЧН-2,1 на 35–40 см	441	1,3	18	37,9	0,81
НСР ₀₅	19	0,16	2	0,7	0,04

Глубокая безотвальная обработка на 35–40 см благоприятно повлияла на формирование структурных элементов урожайности, кроме массы зерна с колоса. Анализируя структурные элементы, следует отметить, что на урожайность пшеницы в большей мере влияют количество продуктивных стеблей перед уборкой и масса зерна с колоса. По глубокой безотвальной обработке количество продуктивных стеблей составило 573 шт./м², или на 127 шт. больше по сравнению с отвальной вспашкой, несмотря на то что масса зерна с колоса по безотвальной глубокой обработке была на 0,05 г ниже, чем по отвальной вспашке. Урожайность пшеницы с 1 га за счет

продуктивных стеблей составила 4,61 т, или на 0,69 т выше по сравнению с отвальной вспашкой (23–25 см).

Между урожайностью и количеством продуктивных стеблей на единице площади установлена тесная положительная связь ($r = 0,86 \pm 0,17$), между урожайностью и массой зерна в колосе связь тоже положительная ($r = 0,28 \pm 0,05$) до средней отрицательной ($r = -0,31 \pm 0,07$).

В условиях рынка урожайность зерна пшеницы должна сочетаться с его качеством (Ахтариева и Белкина, 2021). О влиянии основной обработки почвы на качество зерна пшеницы можно судить по данным таблицы 8.

Таблица 8. Качество зерна пшеницы (2020–2022 гг.)
Table 8. Quality of wheat grain (2020–2022)

Вариант опыта	Объемная масса зерна, г/л	Стекло-видность, %	Седиментация, мл	Белок, %	Клейковина	
					количество, %	качество, ед. ИДК-1
Отвальная вспашка ПН-3-35 на 23–25 см	774	67	49	15,9	29,6	70
Безотвальная вспашка ПЧН-2,1 на 35–40 см	789	63	54	15,4	30,2	67
НСР ₀₅	12	8	1,2	0,9	1,5	4

Приведенные показатели качества зерна пшеницы сорта Ирень по изученным обработкам почвы были близкими и отвечали требованиям на ценную пшеницу.

Расчет экономической эффективности показал, что рентабельность яровой пшеницы сорта Ирень на варианте с отвальной вспашкой почвы составила 24,8 %, на безотвальной глубокой обработке – 40,3 %, или на 15,5 % выше.

Выводы. При ежегодной отвальной вспашке выщелоченного тяжелосуглинистого чернозема образуется плотная плужная «подошва», которая сдерживает подъем воды из глубоких слоев почвы в пахотный горизонт, а также препятствует развитию корневой системы в глубь почвы. При безотвальной глубокой обработке почвы ПЧН-2,1 на глубину 35–40 см плотный подпахотный слой разрушается, снижается плотность почвы на глубине 35–40 см

перед посевом с 1,35 до 1,17 г/см³, в фазу кущения растений пшеницы – с 1,43 до 1,28 г/см³ и перед уборкой с 1,62 до 1,24 г/см³. Увеличивается запас влаги в пахотном горизонте перед посевом с 19 до 24 мм, в фазу кущения растений пшеницы – с 16 до 21 мм, перед уборкой – с 12 до 17 мм. Соответственно увеличился запас влаги в метровом слое почвы при глубокой безотвальной обработке.

По глубокой безотвальной обработке растения пшеницы лучше росли и развивались,

формировали структурные элементы и урожайность 4,61 т/га, что на 0,69 т/га выше по сравнению с отвальной вспашкой. Качество зерна по отвальной вспашке и глубокой безотвальной обработке практически было одинаковым, и зерно отвечало требованиям на ценную пшеницу.

Рентабельность зерна пшеницы, полученного по отвальной вспашке, составила 24,8 %, по глубокой безотвальной обработке – 40,3 %.

Библиографический список

1. Абрамов Н. В., Семизоров С. А., Оксукбаева А. М. Основная обработка почвы и формирование азотного режима в системе точного земледелия // Земледелие. 2022. № 3. С. 32–35. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-3-32-36
2. Ахтариева М. К., Белкина Р. И. Сравнительная оценка сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости по показателям качества // Вестник КрасГАУ. 2021. № 12(177). С. 88–92. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-12-88-92
3. Зезин Н. Н., Воробьев В. А., Воробьев А. В., Николаева З. Р. Приоритетная технология создания новых высокоурожайных сортов яровой мягкой пшеницы на Среднем Урале // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 6. С. 59–63. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-59-63
4. Конищев А. А., Гарифуллин И. И. Влияние взаимодействия сорта яровой пшеницы с технологиями обработки почвы и дозами азотных удобрений на стабильность межгодовой урожайности // Зерновое хозяйство России. 2022. Т. 14, № 6. С. 70–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-70-76
5. Фисун Н. В., Чекареева М. Н. Влияние основной обработки на агрофитоценоз и урожайность озимых зерновых в северной лесостепи Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2023. № 4(193). С. 106–113. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-106-113
6. Шаманин В. П., Флис П., Савин Т. В., Шепелев С. С., Кузьмин О. Г., Чурсин А. С., Потоцкая И. В., Лихенко И. Е., Кушниренко И. Ю., Казак А. А., Чудинов В. А., Шелаева Т. В., Моргунов А. И. Генотипическая и экологическая изменчивость содержания цинка в зерне сортов яровой мягкой пшеницы международного питомника КАСИБ // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. № 25(5). С. 543–551. DOI 10.18699/VJ21.061
7. Яценко С. Н., Логинов Ю. П., Казак А. А. Структурные элементы семян сортов пшеницы в зависимости от сроков сева и норм высева в Северной лесостепи Тюменской области // Вестник КрасГАУ. 2022. № 9(186). С. 55–66. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-9-55-66
8. Fisunov N., Shulepova O., Sannikova N. Influence of basic tillage and coulisse strips on the weed infestation and yield of spring wheat (*Triticum aestivum*) in the Tyumen region // Research on Crops. 2022. Vol. 23(4). DOI: 10.31830/2348-7542.2022.roc-905
9. Morgounov A., Savin T., Flis P., Babkenov A., Shelaeva T., Chudinov V., Kazak A., Koksel H., Shepelev S., Shamanin V., Likhenco I., Sharma R., Shreyder E. Effects of environments and cultivars on grain income of spring wheat grown in Kazakhstan and Russia // Crop and Pasture Science. 2022. Vol. 73, № 5. P. 515-527. DOI: 10.1071/CP21493
10. Rzaeva, V. Productivity of crop rotation by the main tillage in the Tyumen region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 677. P. 52079. DOI: 10.1088/1755-1315/677/5/052079

References

1. Abramov N. V., Semizorov S. A., Oksukbaeva A. M. Osnovnaya obrabotka pochvy i formirovanie azotnogo rezhima v sisteme tochnogo zemledeliya [Primary tillage and formation of nitrogen regime in precision farming system] // Zemledelie. 2022. № 3. S. 32–35. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-3-32-36
2. Akhtariev M. K., Belkina R. I. Sravnitel'naya otsenka sortov yarovoi myagkoi pshenitsy raznykh grupp spelosti po pokazatelyam kachestva [Comparative estimation of spring common wheat varieties of different maturity groups according to quality indicators] // Vestnik KrasGAU. 2021. № 12(177). S. 88–92. DOI: 10.36718/1819-4036-2021-12-88-92
3. Zezin N. N., Vorob'ev V. A., Vorob'ev A. V., Nikolaeva Z. R. Prioritetnaya tekhnologiya sozdaniya novykh vysokourozhaynykh sortov yarovoi myagkoi pshenitsy na Srednem Urale [Priority technology for developing new highly productive varieties of spring common wheat in the Middle Urals] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. T. 14, № 6. S. 59–63. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-59-63
4. Konishchev A. A., Garifullin I. I. Vliyaniye vzaimodeistviya sorta yarovoi pshenitsy s tekhnologiyami obrabotki pochvy i dozami azotnykh udobreniy na stabil'nost' mezhgodovoi urozhainosti [The effect of interaction of spring wheat variety with tillage technologies and doses of nitrogen fertilizers on stability of interannual productivity] // Zernovoe khozyaistvo Rossii. 2022. T. 14, № 6. S. 70–76. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-83-6-70-76
5. Fisunov N. V., Chekmareva M. N. Vliyaniye osnovnoi obrabotki na agrofitotsenoz i urozhainost' ozimyykh zernovykh v severnoy lesostepi Tyumenskoy oblasti [The effect of primary tillage on agrophytocenosis and productivity of winter grain crops in the northern forest-steppe of Tyumen region] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 4(193). S. 106–113. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-4-106-113
6. Shamanin V. P., Flis P., Savin T. V., Shepelev S. S., Kuz'min O. G., Chursin A. S., Pototskaya I. V., Likhenco I. E., Kushnirenko I. Yu., Kazak A. A., Chudinov V. A., Shelaeva T. V., Morgunov A. I. Genotipicheskaya i ekologicheskaya izmenchivost' soderzhaniya tsinka v zerne sortov yarovoi myagkoi pshenitsy mezhdunarodnogo pitomnika KASIB [Genotypic and ecological variability

of zinc content in the grain of spring bread wheat varieties in the international nursery KASIB] // Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii. 2021. № 25(5). S. 543–551. DOI 10.18699/VJ21.061

7. Yashchenko S. N., Loginov Yu. P., Kazak A. A. Strukturnye elementy semyan sortov pshenitsy v zavisimosti ot srokov seva i norm vyseva v Severnoi lesostepi Tyumenskoï oblasti [Structural elements of wheat varieties' seeds according to sowing dates and seeding rates in the Northern forest-steppe of Tyumen region] // Vestnik KrasGAU. 2022. № 9(186). S. 55–66. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-9-55-66

8. Fisunov N., Shulepova O., Sannikova N. Influence of basic tillage and coulisse strips on the weed infestation and yield of spring wheat (*Triticum aestivum*) in the Tyumen region // Research on Crops. 2022. Vol. 23(4), DOI: 10.31830/2348-7542.2022.roc-905

9. Morgounov A., Savin T., Flis P., Babkenov A., Shelaeva T., Chudinov V., Kazak A., Koksel H., Shepelev S., Shamanin V., Likhenko I., Sharma R., Shreyder E. Effects of environments and cultivars on grain ionome of spring wheat grown in Kazakhstan and Russia // Crop and Pasture Science. 2022. Vol. 73, № 5. P. 515–527. DOI: 10.1071/CP21493

10. Rzaeva, V. Productivity of crop rotation by the main tillage in the Tyumen region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 677, P. 52079. DOI: 10.1088/1755-1315/677/5/052079

Поступила: 12.07.24; доработана после рецензирования: 16.09.24; принята к публикации: 17.09.24.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Авторский вклад равноценен по всем позициям.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.