

Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 4. С. 260-272.  
Animal Husbandry and Fodder Production. 2023. Vol. 106, no 4. P. 260-272.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья  
УДК: 633.11(470.56)  
doi:10.33284/2658-3135-106-4-260

**Качество зерна яровой мягкой и твёрдой пшеницы в севооборотах Оренбургского Предуралья**

**Виталий Юрьевич Скороходов<sup>1</sup>, Юрий Васильевич Кафтан<sup>2</sup>, Александр Алексеевич Зоров<sup>3</sup>, Елена Николаевна Скороходова<sup>4</sup>, Наталья Анатольевна Зенкова<sup>5</sup>**

<sup>12345</sup>Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

<sup>1</sup> skorohodov.vitali1975@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4179-7784>

<sup>2</sup> yu.kaftan@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6653-7220>

<sup>3</sup> zorov78@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9995-378X>

<sup>4</sup> lena.1981.20@mail.ru

<sup>5</sup> natalya.zenkova1977mail@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1873-2245>

**Аннотация.** Качество зерна является показателем интенсификации зернового производства, интегрирующее взаимодействие различных агротехнических мероприятий и погодных условий. Целью данного исследования является определение основных тенденций изменения урожайности и качества зерна яровых твёрдой и мягкой пшениц в условиях Оренбургского Предуралья. Исследования проводились в 2016-2020 годах на стационаре отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН. Координаты расположения опытного участка – 55.306547° в. д. и 51.775125° с. ш. Установлено влияние на качество зерна пшеницы предшественников, лучшими среди которых являются чёрный пар, озимые, кукуруза и горох. Качество зерна пшеницы при возделывании в бессменных посевах без применения минеральных удобрений снижается. Использование зелёной сидеральной массы в качестве удобрений увеличивает содержание сырой клейковины до 34,0 %. Последействие сидерации в острозасушливые годы приводит к увеличению содержания сырой клейковины в зерне яровой пшеницы.

**Ключевые слова:** яровая твёрдая пшеница, яровая мягкая пшеница, качество зерна, предшественник, удобрение, занятый пар, сидераты

**Благодарности:** работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2022-2024 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (FNWZ-2022-0014).

**Для цитирования:** Качество зерна яровой мягкой и твёрдой пшеницы в севооборотах Оренбургского Предуралья / В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, А.А. Зоров, Е.Н. Скороходова, Н.А. Зенкова // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 4. С. 260-272. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-260>

GEOPONICS AND CROP PRODUCTION

Original article

**Quality of spring soft and durum wheat grain in crop rotations of the Orenburg Cis-Urals**

**Vitaly Yu Skorokhodov<sup>1</sup>, Yuri V Kaftan<sup>2</sup>, Alexander A Zorov<sup>3</sup>, Elena N Skorokhodova<sup>4</sup>, Natalya A Zenkova<sup>5</sup>**

<sup>12345</sup>Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

<sup>1</sup> skorohodov.vitali1975@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4179-7784>

<sup>2</sup> yu.kaftan@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6653-7220>

<sup>3</sup> zorov78@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9995-378X>

<sup>4</sup> lena.1981.20@mail.ru

<sup>5</sup> natalya.zenkova1977mail@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1873-2245>

**Abstract.** Grain quality is an indicator of the grain production intensification, integrating the interaction of various agrotechnical measures and weather conditions. The purpose of this experiment is to de-

termine the main trends in changes in the yield and quality of spring durum and soft wheat grain in the conditions of the Orenburg Cis-Urals. The experiment was carried out in 2016-2020 at the stationary of the Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies of the FSBI FSC BST RAS. The location coordinates of the experimental site are 55.306547° e.l. 51.775125° n.l. The study established the influence of predecessors on the quality of wheat grain, the best of which are black fallow, winter crops, corn and peas. The quality of wheat grain decreases when cultivated in permanent crops without the use of mineral fertilizers. The use of green manure as fertilizer increases the raw gluten content to 34.0 %. The aftereffect of green manure in severely dry years leads to an increase in the content of raw gluten in spring wheat grain.

**Key words:** spring durum wheat, spring soft wheat, grain quality, predecessor, fertilizer, fallow, green manure

**Acknowledgments:** the work was performed in accordance to the plan of research works for 2022-2024. FSBSI FSC BST RAS (FNWZ-2022-0014).

**For citation:** Skorokhodov VYu, Kaftan YuV, Zorov AA, Skorokhodova EN, Zenkova NA. Quality of spring soft and durum wheat grain in crop rotations of the Orenburg Cis-Urals. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(4):260-272. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-260>

### **Введение.**

Производство высококачественного зерна яровой пшеницы в Российской Федерации – актуальная проблема сегодняшнего дня (Евдокимов М.Г. и др., 2021; Розова М.А. и Мухин В.Н., 2015; Евдокимов М.Г. др., 2020; Болодурина И.П. и др., 2018). Качество зерна является показателем интенсификации зернового производства, интегрирующим взаимодействием сорта, агротехнических мероприятий и природно-климатических условий возделывания пшеницы (Келер В.В., 2020; Горянин О.И. и Щербинина Е.В., 2020). Крупяная и макаронная промышленности Российской Федерации испытывают недостаток в сырье высококачественного зерна, что обуславливает поиск новых путей его стабильного производства (Богдан П.М. и др., 2021; Бахвалова С.А. и Фёдорова А.В., 2021; Сапега В.А. и Турсумбекова Г.Ш., 2020). Природно-климатические условия Оренбургской области способствуют формированию высококачественного зерна. В Оренбургском Зауралье формируется четвертая часть объёма произведённой зерновой продукции 1 и 2 классов Оренбургской области, а на российский рынок поставляется свыше 80 % яровой твёрдой пшеницы (Жижин В.Н. и др., 2010; Скороходов В.Ю., 2021; Скороходов В.Ю., 2022). Зерно твёрдой пшеницы обладает наиболее ценными показателями качества и содержит на 1% больше белка относительно мягкой пшеницы (Гулянов Ю.А. и Балдина Е.Ю., 2018; Зезин Н.Н. и др., 2018; Мордвинцев М.П. и Антонов Ю.В., 2018). Немаловажное значение в условиях Оренбургской области на формирование высококачественного зерна яровой пшеницы оказывает погодный фактор периода вегетации. В годы с наименьшим количеством осадков формируется относительно низкая урожайность культурных растений, но при этом качественные показатели зерна повышаются (Скороходов В.Ю., 2022; Власов В.Г. и др., 2021; Тойгильдин А.Л. и др., 2019).

Хорошая влагообеспеченность вегетационного периода при применении азотных и фосфорных удобрений положительно влияет на натуру зерна и стекловидность. При низком уровне минерального питания и высокой обеспеченностью растений влагой снижаются показатели белковости и стекловидности зерна яровой твёрдой пшеницы (Волынкина О.В., 2021; Кузнецов Д.А., 2020; Завалин А.А. и Соколов О.А., 2018).

Многие учёные считают внесение органических удобрений в пар и заделку сидеральной массы способом увеличения почвенного азота и клейковины в зерне твёрдой пшеницы (Скороходов В.Ю. и др., 2023; Юшкевич Л.В. и др., 2019; Елисеев В.И., 2017). Заделка сидеральной массы в занятом пару повышает содержание клейковины зерна твёрдой пшеницы на 1,1 % в сравнении с полученной в последствии чёрного пара (Кузина Е.В., 2021; Schlegel AJ et. al., 2018).

Оптимальный уровень агротехники гарантирует получение сырья для высококачественных макарон из зерна яровой твёрдой пшеницы.

**Цель исследования.**

Определить влияние предшественников на качество зерна яровой (мягкой и твёрдой) пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья.

**Материалы и методы исследования.**

**Объекты исследования.** Яровая твёрдая пшеница и яровая мягкая пшеница, возделываемые в шестипольных, двупольных севооборотах и монокультуре.

**Характеристика территорий и природно-климатические условия.** Материал для изучения качества зерна яровых (твёрдой и мягкой) пшениц получен в результате длительного исследования за 2016-2020 годы на стационаре с севооборотах и монопосевами полевых культур отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН». Координаты опытного участка – 55.306547° в. д. и 51.775125° с. ш. Эксперимент выполнялся на чернозёмах южных карбонатных среднемошных тяжелосуглинистого состава, с содержанием гумуса в верхнем (0-30 см) слое от 3,2 до 4,0 %. Содержание общего азота на стационарном участке составляет 0,20-0,31 %, доступного фосфора – 0,14-0,22 %, обменного калия – до 40 % мг на 100 г почвы. Реакция почвенного раствора имеет от нейтральной (7,0) до слабощелочной (8,1) среды.

Сумма выпавших осадков в очень засушливом 2016 году составила 86 мм (44,5 % от нормы) со среднесуточной температурой воздуха +21 °С, превышающей среднемноголетний показатель на 1,9 °С.

Вегетационный период 2020 года был сильно засушливым, ГТК составил 0,30 ед. Резкие перепады температуры воздуха в течение вегетационного периода приводят культурные растения в состояние стресса, снижая качество зерна пшеницы.

Годы исследований, исходя из температуры воздуха и выпавших осадков за вегетационный период, относятся к средне засушливым (2017 г.) и сильно засушливым (сухие 2016, 2018, 2019, 2020 г.)

**Схема эксперимента.** На опытном участке возделывались следующие сорта: твёрдая пшеница «Оренбургская 21», мягкая пшеница «Учитель».

Размеры опытных делянок составляют с учётом применения удобрений 3,6×30 м, без удобрений – 3,6×60 м.

Исследования проводились по двум фонам питания (удобренный и неудобренный) на следующих вариантах:

1. Яровая твёрдая пшеница по озимой ржи, по чёрному и сидеральному парам в шестипольных севооборотах.
2. Яровая твёрдая пшеница по мягкой пшенице в двупольном севообороте.
3. Яровая мягкая пшеница по твёрдой пшенице третьим полем шестипольных севооборотов в последствии различных (чёрный, сидеральный) видов пара.
4. Яровая мягкая пшеница пятым полем шестипольного севооборота по гороху и кукурузе.
5. Яровая мягкая пшеница по твёрдой пшенице в двупольном севообороте.
6. Бессменный посев яровой мягкой пшеницы.

В опыте применялись минеральные удобрения в дозе N<sub>40</sub>P<sub>80</sub>K<sub>40</sub> кг действующего вещества на 1 га. Урожайность определялась с учётом перевода к 14 % влажности и 100 % физической чистоты. Технология возделывания и агротехника яровых пшениц – принятые для центральной зоны Оренбургской области.

**Оборудование и технические средства.** Анализ макаронных и хлебопекарных качеств проводился с использованием приборной базы Испытательного центра ЦКП БСТ РАН <http://цкп-бст.рф>. Название приборов и оборудования для изучения качества зерна: прибор ИДК-3М (оценка качества клейковины), мельница ЛМЗ-1М, измеритель прочности макарон ИПМ-1 (ГОСТ 10987-

76; ГОСТ 10967-90; ГОСТ 13586.1-2014). Уборка яровых (твёрдой и мягкой) пшениц проводилась селекционным комбайном «Сампо-500».

### Результаты исследований.

Предшественник, погодные условия вегетационного периода и фон питания в большей степени влияют на формирование качества зерна яровой пшеницы.

Существенное влияние на качество зерна оказывают метеоусловия периода вегетации. В благоприятные годы формированию зерна пшеницы с высоким качеством клейковины (28 % и более) способствуют более высокий температурный режим воздуха и невысокое увлажнение. При недостаточном увлажнении происходит снижение массы 1000 семян, но происходит увеличение белка в зерне пшеницы. Повышенная влажность увеличивает количество клейковины, но снижает её качество и стекловидность.

Качество зерна яровой мягкой пшеницы имеет некоторые отличия при формировании в разные по засухливости годы. Хлебопекарные качества яровой мягкой пшеницы определялись в средние по засухливости годы (табл. 1).

Таблица 1. Качество зерна мягкой пшеницы и зависимости от вида предшественника, фона питания и погодных условий, в среднем за 2016-2020 гг.  
Table 1. Grain quality of soft wheat depending on the type of predecessor, nutritional background and weather conditions, on average for 2016-2020

Показатели / <i>Indicators</i>	Вариант предшественников / <i>Predecessor variant</i>							
	6-польный севооборот / <i>6-field crop rotation</i>				двупольный севооборот / <i>two-field crop rotation</i>		монопосев / <i>mono-seeding</i>	
	горох / <i>peas</i>		кукуруза / <i>corn</i>		твёрдая пшеница / <i>durum wheat</i>		мягкая пшеница / <i>soft wheat</i>	
	г о д ы / <i>y e a r s</i>							
	средние / <i>average</i>	сухие / <i>dry</i>	средние / <i>average</i>	сухие / <i>dry</i>	средние / <i>average</i>	сухие / <i>dry</i>	средние / <i>average</i>	сухие / <i>dry</i>
Сила муки, дж. / <i>The power of flour, J.</i>	<u>325</u> 287	-*	<u>277</u> 284	-	<u>285</u> 281	-	<u>262</u> 263	-
Хлебопекарная оценка, балл / <i>Bakery score, score</i>	<u>хор.</u> хор. / <u>good</u> good	-*	<u>удов.</u> удов. / <u>sat.</u> sat.	-	<u>удов.</u> удов. / <u>sat.</u> sat.	-	<u>удов.</u> удов. / <u>sat.</u> sat.	-
Содержание сырой клейковины, % / <i>Raw gluten content, %</i>	<u>35</u> 34	<u>41</u> 41	<u>36</u> 36	<u>42</u> 42	<u>34</u> 34	<u>41</u> 39	<u>36</u> 35	<u>40</u> 40
Показатель ИДК-1, ед. / <i>GDM-1 indicator, units.</i>	<u>100</u> 96	<u>100</u> 88	<u>98</u> 98	<u>92</u> 92	<u>67</u> 69	<u>105</u> 100	<u>98</u> 98	<u>105</u> 98
Группа качества / <i>Group quality</i>	<u>II</u> II	<u>II</u> II	<u>II</u> II	<u>II</u> II	<u>II</u> II	<u>II</u> II	<u>II</u> II	<u>II</u> II

Примечание: над чертой – удобренный фон, под чертой – неудобренный

\* – в сухие годы выпечка хлеба не проводилась

Note: fertilized background is above the line, unfertilized is below the line

\* – In dry years, bread was not baked due to weak grain

На силу муки и содержание сырой клейковины в зерне непосредственное влияние оказывали предшественники и фон питания. Среди предшественников мягкой пшеницы, положительно

влияющих на хлебопекарные качества (силу муки, дж) лучшими были горох, возделываемый в шестипольном севообороте на обычном фоне – 287 дж, на фоне с удобрением – 325 дж, что оценивается баллом как хорошая. Хорошим предшественником для показателя сила муки яровой мягкой пшеницы является яровая твёрдая пшеница при возделывании в двупольном севообороте, соответственно на удобренном фоне – 285 дж, на неудобренном – 281 дж, с удовлетворительной хлебопекарной оценкой. Худшим среди предшественников яровой мягкой пшеницы в плане хлебопекарных качеств является её монополев с показателями силы муки 262 и 263 дж на двух фонах питания соответственно. Наименьшее количество клейковины в зерне мягкой пшеницы формируется в сухие годы при моновозделывании культур (40 %) независимо от фона питания. В средние по засушливости годы содержание клейковины в зерне мягкой пшеницы по предшественнику горох в шестипольном севообороте составило 35 % и 34 % соответственно двум фонам питания. В сухие годы процент клейковины на этом же варианте составил 41 % на двух фонах питания. В последствии кукурузы на силос в шестипольном севообороте наибольший процент содержания сырой клейковины (42 %) отмечается в очень засушливые годы. В годы проведения исследований группа качества зерна соответствовала II и не зависела от предшественника, фона питания и погодных условий вегетационного периода.

Процентное содержание сырой клейковины в зерне яровой твёрдой пшеницы возрастает в средние по засушливости годы (табл. 2). Высокое содержание клейковины отмечается по чёрному пару в шестипольном севообороте. В средне-засушливые годы этот показатель составил на удобренном фоне 37,5 %, на неудобренном – 35,8 %, в сухие годы – 34,0 и 31,0 % соответственно по фонам.

Таблица 2. Качество зерна твёрдой пшеницы в зависимости от вида предшественника, фона питания и погодных условий

Table 2. Quality of durum wheat grain depending on the type of predecessor, nutritional background and weather conditions

Показатели / Indicators	Предшественники / Predecessors					
	6-польный севооборот / 6-field crop rotation				двупольный севооборот / double-field crop rotation	
	озимая рожь/ winter rye		пар чёрный / black fallow		мягкая пшеница / soft wheat	
	сред- ние*/ average*	сухие*/ dry*	средние/ average*	сухие/ dry*	средние/ average*	сухие/ dry*
Содержание сырой клейковины, % / Contents raw gluten, %	<u>33,8</u> 32,8	<u>32,0</u> 29,0	<u>37,5</u> 35,8	<u>34,0</u> 31,0	<u>33,2</u> 31,2	<u>34,0</u> 30,0
Показатель ИДК-1 ед. / GDM-1 indicator, unit.	<u>106</u> 106	<u>92</u> 92	<u>108</u> 108	<u>100</u> 102	<u>108</u> 109	<u>105</u> 102
Группа качества / Quality group	<u>II</u> III	<u>II</u> III	<u>II</u> II	<u>II</u> II	<u>II</u> III	<u>II</u> III
Характеристика клейковины / Characteristic gluten free	<u>удов.</u> удов. / <u>sat.</u> sat.	<u>удов.</u> удов. / <u>sat.</u> sat.	<u>удов.</u> удов. / <u>sat.</u> sat.	<u>удов.</u> удов. / <u>sat.</u> sat.	<u>неудов.</u> неудов. / <u>unsatisfac</u> tory	<u>неудов.</u> неудов. / <u>unsatisfac</u> tory

Примечание: над чертой – удобренный фон, под чертой – неудобренный,

средние\* – средnezасушливые годы, сухие\* – засушливые годы

Note: the background is fertilized above the line, unfertilized below the line, average\* – moderately dry years, dry\* – dry years

Как видно из таблицы 2, на эффективность минеральных удобрений оказывают влияние метеоусловия периода вегетации, в острозасушливые годы эффект от них – минимальный.

В годы с сильной засушливостью отмечалось увеличение содержания сырой клейковины в зерне твёрдой пшеницы в последствии сидерального и чёрного паров. Это связано с тем, что данные предшественники оставляют после себя почву, лучше обеспеченную элементами и влагой (табл. 3).

Таблица 3. Влияние различных видов пара на качество зерна твёрдой пшеницы  
Table 3. The influence of different types of fallow on the grain quality of durum wheat

Вид пара предшественника / Kind of fallow predecessor	Годы эксперимента / Years experiment	Содержание в зерне сырой клейковины, % / Content in grain raw gluten, %	Показатель ИДК-1 группа качества / GDM-1 indicator quality group
Чистый / Clean	2016	35	100
	2017	33	105
	2018	32	110
	2019	34	115
	2020	33	105
Сидеральный / Green manure	2016	36	95
	2017	35	105
	2018	33	110
	2019	35	115
	2020	33	106

Важным показателем качества твёрдой пшеницы являются макаронные свойства (табл. 4).

Таблица 4. Макароны свойства зерна твёрдой пшеницы в зависимости от вида пара  
Table 4. Pasta properties of durum wheat grain depending on the type of fallow

Годы исследований / Years of Research	Показатели / Indicators					
	прочность / strength		коэффициент развариваемости / coefficient of cooking ability		общая оценка / overall rating	
	А	В	А	В	А	В
2016	380	410	3,8	4,2	3,3	4,2
2017	420	520	4,1	3,7	3,0	3,0
2018	450	500	4,0	4,2	4,2	3,6
2019	510	550	4,2	4,1	4,0	4,0
2020	400	430	3,8	4,0	3,7	3,6
Среднее значение / Average mean	432	482	4,0	4,0	3,6	3,7

Примечание: цвет макарон во все годы исследований кремовый. А – по чёрному пару,

В – по сидеральному

Note: the color of pasta in all years of research was cream. А – according to black fallow, В – according to green manure

В 2016 и 2017 годах применение сидерации улучшило общую оценку макаронных свойств и повысило прочность макарон на излом. Общая оценка свойств макарон твёрдой пшеницы в последствии чёрного и сидерального паров в целом практически одинакова. В среднем за пять лет эксперимента изучаемые варианты не оказывали существенного влияния на химический состав зерна твёрдой пшеницы и макаронные свойства. Использование сидерации в системе шестипольного севооборота не ограничивается действием на урожайность твёрдой пшеницы, отмечается их последствие на качество зерна мягкой пшеницы (табл. 5).

Таблица 5. Химический состав зерна мягкой пшеницы в последствии чёрного и сидерального паров, % от сухого вещества  
Table 5. Chemical composition of soft wheat grain in the aftereffect of black and green manure fallow, % of dry matter

Показатели / <i>Indicators</i>	Годы исследований / <i>Years of Research</i>					Среднее значение / <i>Average mean</i>	НСП <sub>05</sub> / <i>SSD<sub>05</sub></i>	
	2016	2017	2018	2019	2020			
Общий азот / <i>Total nitrogen</i>	<u>2,87</u> 2,75	<u>2,64</u> 2,68	<u>1,90</u> 2,14	<u>2,76</u> 2,51	<u>2,60</u> 2,75	<u>2,55</u> 2,56	<u>0,48</u> 0,32	0,25
Сырой протеин / <i>Crude protein</i>	<u>16,36</u> 15,68	<u>15,02</u> 15,05	<u>11,08</u> 13,06	<u>14,10</u> 14,18	<u>13,07</u> 16,01	<u>13,92</u> 14,80	<u>2,51</u> 1,50	1,90
Фосфор/ <i>Phosphorus</i>	<u>0,82</u> 0,77	<u>0,56</u> 0,64	<u>0,67</u> 0,72	<u>0,74</u> 0,78	<u>0,68</u> 0,67	<u>0,69</u> 0,72	<u>0,12</u> 0,08	0,65
Калий / <i>Potassium</i>	<u>0,43</u> 0,40	<u>0,40</u> 0,42	<u>0,42</u> 0,38	<u>0,43</u> 0,41	<u>0,38</u> 0,38	<u>0,38</u> 0,38	<u>0,03</u> 0,02	0,03

Примечание: над чертой – по чёрному пару, под чертой – по сидеральному

Note: above the line for black fallow, below the line for green manure

Зерно мягкой пшеницы в исследуемые годы отличалась низким качеством, группа качества в последствии чёрного и занятого паров не превышала II с характеристикой «удовлетворительно слабая». В последствии сидерации увеличивается содержание общего азота на 0,03 % сырого протеина – на 0,16 %, фосфора – на 0,04 %.

Различные пары не оказывают существенного влияния на хлебопекарные качества мягкой пшеницы (по чёрному пару отмечается увеличение отдельных показателей).

#### Обсуждение полученных результатов.

Положительное влияние на качество зерна пшеницы оказывают её предшественники: чёрный пар, озимые по пару, кукуруза и горох. В монопосевах пшеницы без применения минеральных удобрений происходит снижение качества зерна. При высокой урожайности предшествующих озимых и кукурузы, выносящих большое количество питательных веществ, необходимо для улучшения качества зерна твёрдой пшеницы вносить минеральные удобрения, а прежде всего азотные. Азотные удобрения всегда увеличивают содержание белка и клейковины на 2,4-4,7 % (Cook RL and Trifisa A, 2016). В годы с обильным увлажнением почвы, прохладными весной и летом в ней замедляются биопроцессы, приводящие к острому дефициту азота, что делает необходимым внесение дополнительно азотных удобрений. Использование зелёной сидеральной массы, по данным многих исследователей, увеличивает качественные показатели зерна твёрдой пшеницы. В экспериментах ряда учёных (Гончаров С.В. и Курашов М.Ю., 2018; Балашов В.В. и др., 2017) количество сырой клейковины в последствии чёрного пара составило 32,9 %, а в последствии сидерального, занятого донником, 34,0 %. Данное обстоятельство фиксировалось и в наших экспериментах.

**Заключение.**

1. Содержание сырой клейковины за годы исследований на двух фонах в последствии чёрного и сидерального паров одинаково. Использование минеральных удобрений способствует повышению данного показателя на всех вариантах, но эффект от них – минимальный, особенно в засушливые годы.

2. Качество зерна твёрдой пшеницы зависит от метеоусловий периода вегетации, и в годы с обильным выпадением осадков снижается качество зерна, а в засушливые (при низком уровне урожайности) имеет лучшие показатели. Паровые предшественники в последствии равноценны по своему влиянию на качество зерна мягкой пшеницы. В последствии сидерации увеличивается содержание общего азота на 0,03 %, сырого протеина – на 0,16 %, фосфора – на 0,04 %.

**Список источников**

1. Бахвалова С.А., Фёдорова А.В. Сидераты и урожайность яровой пшеницы // Плодородие. 2021. № 2(119). С. 36-38. [Bakhvalova SA, Fyodorova AV. Ciderates and spring wheat crop yield. Plodorodie. 2021;2(119):36-38. (In Russ.)]. doi: 10.25680/S19948603.2021.119.09

2. Богдан П.М., Коновалова И.В., Клыков А.Г. Влияние абиотических факторов на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях Приморского края // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 1. С. 16-20. [Bogdan PM, Konovalova IV, Klykov AG. Influence of abiotic factors on yield and grain quality of spring common wheat under conditions of the Primorsky territory. Achievements of Science and Technology of AICis. 2021;35(1):16-20. (In Russ.)]. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10103

3. Болодурина И.П., Парфёнов Д.И., Пивоварова К.В. Особенности влияния изменения климатических условий на урожайность зерновых культур в сухостепной зоне России // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 4. С. 193-209. [Bolodurina IP, Parfenov DI, Pivovarova KV. Peculiarities of influence of changing climatic conditions on grain crop yield in the dry-steppe zone of Russia. Animal Husbandry and Fodder Production. 2018;101(4):193-209. (In Russ.)].

4. Власов В.Г., Захарова Л.Г., Никифорова С.А. Влияние элементов технологии на водопотребление и эффективность возделывания яровой мягкой пшеницы // Аграрный научный журнал. 2021. № 9. С. 13-18. [Vlasov VG, Zakharova LG, Nikiforova SA. The efficiency of spring soft wheat cultivation in forest-steppe of the Volga region. The Agrarian Scientific Journal. 2021;9:13-18. (In Russ.)]. doi: 10.28983/asj.y2021i9pp13-18

5. Влияние биологических факторов на продуктивность твёрдой пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала / В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов, Н.А. Максюттов // Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106. № 3. С. 239-249. [Skorohodov VYu, Kaf-tan YuV, Mitrofanov DV, Maksyutov NA. The influence of biological factors on the productivity of durum wheat in the conditions of the steppe zone of the Southern Urals. Animal Husbandry and Fodder Production. 2023;106(3):239-249. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-239

6. Волынкина О.В. Система удобрения и качество зерна яровой пшеницы при бес-сменном возделывании на стерневом фоне // Плодородие. 2021 № 1(118). С. 3-7. [Volynkina OV. Fertilizer system and the quality of spring wheat in continuous cultivation on a stubble field. Plodorodie. 2021;1(118):3-7. (In Russ.)]. doi: 10.25680/S19948603.2021.118.01

7. Гончаров С.В., Курашов М.Ю. Перспективы развития российского рынка твёрдой пшеницы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2018 № 2(57). С. 66-75. [Goncharov SV, Kurashov MYu. Prospects for the development of the russian durum wheat market. Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2018;2(57):66-75. (In Russ.)]. doi: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.66

8. Горянин О.И., Щербинина Е.В. Совершенствование технологии возделывания яровой пшеницы в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 11-14. [Goryanin OI, Shcherb-



inina EV. Improving the technology of spring wheat cultivation in the Volga region. The Agrarian Scientific Journal. 2020;6:11-14. (*In Russ.*). doi: 10.28983/asj.y2020i6pp11-14

9. ГОСТ 10987-76. Зерно. Методы определения стекловидности. Введ. 1977-06-01. М.: Стандартиформ, 2009. 3 с. [GOST 10987-76. Grain. Methods for determination of vitreousness. Vved. 1977-06-01. Moscow: Standartinform; 2009:3 p. (*In Russ.*)].

10. ГОСТ 13586.1-2014. Стандарт РБ. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице. Введ. 01.12.2020. Минск, 2020. 36 с. [GOST 13586.1-2014. Standart RB. Grain. Methods of defining quantity and quality of a gluten in wheat. Vved. 01.12.2020. Minsk; 2020:36 p. (*In Russ.*)].

11. ГОСТ 10967-90. Зерно. Методы определения запаха и цвета. Введ. 1991-07-01. М.: Стандартиформ, 2009. 3 с. [GOST 10967-90. Grain. Methods for determination of odour and colour. Vved. 1991-07-01. Moscow: Standartinform; 2009:3 p. (*In Russ.*)].

12. Гулянов Ю.А., Балдина Е.Ю. Эффективность использования ресурсного потенциала степных агроландшафтов при выращивании яровой пшеницы в Оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6(74). С. 22-26. [Gulyanov YuA, Baldina EYu. Efficiency of using the resource potentials of steppe agrolandscapes in spring wheat growing in Orenburg Preduralye. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2018;6(74):22-26. (*In Russ.*)].

13. Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Пахотина И.В. Зависимость урожайности и качества зерна твёрдой яровой пшеницы от метеорологических факторов в южной лесостепи Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. 2020. № 5(71). С. 26-31. [Evdokimov MG, Yusov VS, Pakhotina IV. Correlation between productivity and grain quality of spring durum wheat and meteorological factors in the southern forest-steppe of the Western Siberia. Grain Economy of Russia. 2020;5(71):26-31. (*In Russ.*)]. doi: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-26-31

14. Евдокимов М.Г., Юсов В.С., Пахотина И.В. Основные тенденции урожайности и качества зерна твёрдой яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири // Вестник КрасГАУ. 2021. № 4(169). С. 33-41. [Evdokimov MG, Yusov VS, Pakhotina IV. The main trends in yield and quality of grain of durum spring wheat in the southern forest steppe of Western Siberia. The Bulletin of KSAU. 2021;4(169):33-41. (*In Russ.*)]. doi: 10.36718/1819-4036-2021-4-33-41

15. Елисеев В.И. Улучшенная технология возделывания яровой мягкой пшеницы при различных уровнях минерального питания в степной зоне Оренбургской области // Вестник мясного скотоводства. 2017. № 4(100). С. 240-247. [Eliseev VI. Improved technology for the cultivation of spring soft wheat at various levels of mineral nutrition in the steppe zone of the Orenburg region. 2017;4(100):240-247. (*In Russ.*)].

16. Жижин В.Н., Скороходов В.Ю., Зоров А.А. Продуктивность и экономическая эффективность возделывания проса в короткоротационных севооборотах и при бессменном посеве на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья // Ресурсосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве: междунар. сб. науч. тр. Оренбург: ГНУ Орен. НИИ сельского хозяйства РАСХН, 2010. С. 252-256. [Zhizhin VN, Skorohodov VYu, Zorov AA. Produktivnost' i ekonomicheskaya effektivnost' vozdelvaniya prosa v korotkorotatsionnyh sevooborotah i pri bessmennom poseve na chernozyomah yuzhnyh Orenburgskogo Predural'ya. Resursosberegajushhie tehnologii v sel'skhozajstvennom proizvodstve: mezhdunar. sb. nauch. tr. Orenburg: GNU Orenburgskij NII sel'skogo hozjajstva RASHN; 2010:252-256. (*In Russ.*)].

17. Завалин А.А., Соколов О.А. Азот и качество зерна пшеницы // Плодородие. 2018. № 1(100). С. 14-17. [Zavalin AA, Sokolov OA. Nitrogen and quality of wheat grain. Plodorodie. 2018;1:14-17. (*In Russ.*)].

18. Келер В.В. Варьирование содержания количества клейковины в зерне мягкой яровой пшеницы под влиянием метеорологических условий Красноярского края // Вестник КрасГАУ. 2020. № 2. С. 58-62. [Keler VV. Gluten content variation in soft spring wheat grain under the influence of meteorological conditions in Krasnoyarsk region. The Bulletin of KSAU. 2020;2:58-62. (*In Russ.*)]. doi: 10.36718/1819-4036-2020-2-58-62

19. Кузина Е.В. Влияние обработки почвы и удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Вестник Казанского ГАУ. 2021. Т. 16. № 1(61). С. 28-33. [Kuzina EV. Influence of tillage methods and fertilizers on the yield and quality of spring wheat grain. Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2021;16(1-61):28-33. (In Russ.). doi: 10.12737/2073-0462-2021-28-33]
20. Кузнецов Д.А. Влияние минеральных удобрений и норм высева на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Аграрный научный журнал. 2020. № 11. С. 25-29. [Kuznetsov DA. Influence of mineral fertilizers and seeding rates on the yield and quality of spring wheat grain. The Agrarian Scientific Journal. 2020;11:25-29. (In Russ.). doi: 10.28983/asj.y2020i11pp25-29]
21. Мордвинцев М.П., Антонов Ю.В. Анализ сортовых ресурсов и качества высеваемых семян яровых зерновых культур в сельхозпредприятиях Ташлинского района Оренбургского области // Животноводство и кормопроизводство. 2018. Т. 101. № 1. С. 178-189. [Mordvintsev MP, Antonov YuV. Analysis of variety and quality of sown seeds of spring grain crops in the agricultural enterprises of Tashlinsky district Orenburg. Animal Husbandry and Fodder Production. 2018;101(1):178-189. (In Russ.).]
22. Розова М.А., Мухин В.Н. Влияние погодных условий на содержание в зерне яровой твёрдой пшеницы белка, клейковины и её качество в условиях Приобской лесостепи Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29. № 8. С. 58-61. [Rozova MA, Moukhin VN. Weather influence on protein and gluten content and its quality in grain of spring durum wheat under conditions of Ob forest-steppe of Altai krai. Achievements of Science and Technology of AICis. 2015;29(8):58-61. (In Russ.).]
23. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Урожайность экологическая пластичность и стабильность сортов яровой мягкой и твёрдой пшеницы в южной лесостепи Тюменской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020 № 21(2). С. 114-123. [Sapega VA, Tursumbekova GSh. Yield, ecological plasticity and stability of spring soft and durum wheat varieties in the southern forest steppe of Tyumen region. Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka. 2020;21(2):114-123. (In Russ.).] doi: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123
24. Скороходов В.Ю. Продуктивность пшеницы на фоне биологической активности почвы в севооборотах и монопосеве в условиях Южного Урала // Вестник КрасГАУ. 2022а. № 11(188). С. 62-69. [Skorohodov VYu. Wheat productivity on the soil biological activity background in crop rotations and monosowing under the Southern Urals conditions. The Bulletin of KGAU. 2022;11(188):62-69. (In Russ.).] doi: 10.36718/1819-4036-2022-11-62-69
25. Скороходов В.Ю. Продуктивность яровой мягкой пшеницы в сопряжении с содержанием макроэлементов и биоактивностью почвы на чернозёмах южных степной зоны Южного Урала // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2 (54). С. 46-53. [Skorohodov VYu. Productivity of spring soft wheat in conjunction with the content of macroelements and bioactivity of soil on the black soils of the southern steppe zone of the Southern Urals. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2021;2(54):46-53. (In Russ.).]
26. Тойгильдин А.Л., Подсевалов М.И., Аюпов Д.Е. Формирование урожая и качества зерна яровой мягкой пшеницы при биологизации севооборотов лесостепной зоны Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 4(48). С. 44-50. [Toygildin AL, Podsevalov MI, Ayupov DE. Harvest formation and spring soft wheat grain quality in biologization of crop rotations of the forest-steppe of the Volga region. Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2019;4(48):44-50. (In Russ.).] doi: 10.18286/1816-4501-2019-4-44-50
27. Урожайность яровой твёрдой пшеницы в зависимости от гидротермических условий на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В.В. Балашов, А.В. Балашов, К.В. Лёвкина, К.А. Кудина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4(48). С. 29-35. [Balashov VV, Balashov AV, Levkina KV, Kudina KA. Crop of spring hard wheat depending on hydrothermal conditions on light-chestnut soils in Volgograd Region. Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education. 2017;4(48): 29-35. (In Russ.).]

28. Хлебопекарные качества зерна яровой пшеницы в условиях среднего Урала / Н.Н. Зезин, В.А. Воробьёв, А.В. Воробьёв, А.В. Безгодков // *Зерновое хозяйство России*. 2018. № 5(59). С. 21-26. [Zezin NN, Vorob'yov VA, Vorob'yov AV, Bezgodov AV. Baking properties of spring wheat grain in the middle Urals conditions. *Grain Economy of Russia*. 2018;5(59):21-26. (*In Russ.*)]. doi: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-21-26
29. Юшкевич Л.В., Щитов А.Г., Пахотина И.В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от технологии возделывания в зависимости от технологии возделывания в лесостепи Западной Сибири // *Земледелие*. 2019. № 1. С. 32-34. [Yushkevich LV, Shchitov AG, Pakhotina IV. Grain yield and quality of spring soft wheat depending on cultivation technology in the forest-steppe of Western Siberia. *Zemledelije*. 2019;1:32-34. (*In Russ.*)]. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10109
30. Cook RL, Trifica A. Tillage and fertilizer effects on crop yield and soil properties over 45 years in Southern Illinois. *Agronomy Journal*. 2016;108(1):415-426. doi: 10.2134/agronj2015.0397
31. Schlegel AJ, Assefa Y, Haag LA, Thompson CR Long-term tillage on yield and water use of grain Sorghum and winter wheat. *Agronomy Journal*. 2018;110(1):269-280. doi: 10.2134/agronj2017.02.0104

### References

1. Bakhvalova SA, Fyodorova AV. Ciderates and spring wheat crop yield. *Fertility*. 2021;2(119):36-38. doi: 10.25680/S19948603.2021.119.09
2. Bogdan PM, Konovalova IV, Klykov AG. Influence of abiotic factors on yield and grain quality of spring common wheat under conditions of the Primorsky territory. *Achievements of Science and Technology of AICis*. 2021;35(1):16-20. doi: 10.24411/0235-2451-2021-10103
3. Bolodurina IP, Parfenov DI, Pivovarova KV. Peculiarities of influence of changing climatic conditions on grain crop yield in the dry-steppe zone of Russia. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2018;101(4):193-209.
4. Vlasov VG, Zakharova LG, Nikiforova SA. The efficiency of spring soft wheat cultivation in forest-steppe of the Volga region. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021;9:13-18. doi: 10.28983/asj.y2021i9pp13-18
5. Skorohodov VYu, Kaftan YuV, Mitrofanov DV, Maksyutov NA. The influence of biological factors on the productivity of durum wheat in the conditions of the steppe zone of the Southern Urals. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(3):239-249. doi: 10.33284/2658-3135-106-3-239
6. Volynkina OV. Fertilizer system and the quality of spring wheat in continuous cultivation on a stubble field. *Fertility*. 2021;1(118):3-7. doi: 10.25680/S19948603.2021.118.01
7. Goncharov SV, Kurashov MYu. Prospects for the development of the russian durum wheat market. *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2018;2(57):66-75. doi: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.66
8. Goryanin OI, Shcherbinina EV. Improving the technology of spring wheat cultivation in the Volga region. *The Agrarian Scientific Journal*. 2020;6:11-14. doi: 10.28983/asj.y2020i6pp11-14
9. GOST 10987-76. Grain. Methods for determination of vitreousness. Enter. 1977-06-01. Moscow: Standartinform; 2009:3 p. (*In Russ.*).
10. GOST 13586.1-2014. Standart RB. Grain. Methods of defining quantity and quality of a gluten in wheat. Enter. 01.12.2020. Minsk; 2020:36 p.
11. GOST 10967-90. Grain. Methods for determination of odour and colour. Enter. 1991-07-01. Moscow: Standartinform; 2009:3 p.
12. Gulyanov YuA, Baldina EYu. Efficiency of using the resource potentials of steppe agrolandscapes in spring wheat growing in Orenburg Preduralye. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;6(74):22-26.
13. Evdokimov MG, Yusov VS, Pakhotina IV. Correlation between productivity and grain quality of spring durum wheat and meteorological factors in the southern forest-steppe of the Western Siberia *Grain Economy of Russia*. 2020;5(71):26-31. doi: 10.31367/2079-8725-2020-71-5-26-31

14. Evdokimov MG, Yusov VS, Pakhotina IV. The main trends in yield and quality of grain of durum spring wheat in the southern forest steppe of Western Siberia. *The Bulletin of KSAU*. 2021;4(169):33-41. doi: 10.36718/1819-4036-2021-4-33-41
15. Eliseev VI. Improved technology for the cultivation of spring soft wheat at various levels of mineral nutrition in the steppe zone of the Orenburg region. 2017;4(100):240-247.
16. Zhizhin VN, Skorokhodov VYu, Zorov AA. Productivity and economic efficiency of pearl millet cultivation in short-rotation crop rotations and permanent sowing on southern black soil of the Orenburg Cis-Urals. Resource-saving technologies in agricultural production: International collection of scientific articles. Orenburg: State Scientific Institution Orenburg Research Institute of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences; 2010:252-256.
17. Zavalin AA, Sokolov OA. Nitrogen and quality of wheat grain. *Fertility*. 2018;1:14-17.
18. Keler VV. Gluten content variation in soft spring wheat grain under the influence of meteorological conditions in Krasnoyarsk region. *The Bulletin of KSAU*. 2020;2:58-62. doi: 10.36718/1819-4036-2020-2-58-62
19. Kuzina EV. Influence of tillage methods and fertilizers on the yield and quality of spring wheat grain. *Vestnik of the Kazan State Agrarian University*. 2021;16(1-61):28-33. doi: 10.12737/2073-0462-2021-28-33
20. Kuznetsov DA. Influence of mineral fertilizers and seeding rates on the yield and quality of spring wheat grain. *The Agrarian Scientific Journal*. 2020;11:25-29. doi: 10.28983/asj.y2020i11pp25-29
21. Mordvintsev MP, Antonov YuV. Analysis of variety and quality of sown seeds of spring grain crops in the agricultural enterprises of Tashlinsky district Orenburg. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2018;101(1):178-189.
22. Rozova MA, Moukhin VN. Weather influence on protein and gluten content and its quality in grain of spring durum wheat under conditions of Ob forest-steppe of Altai krai. *Achievements of Science and Technology of AICis*. 2015;29(8):58-61. (*In Russ.*).
23. Sapega VA, Tursumbekova G Sh. Yield, ecological plasticity and stability of spring soft and durum wheat varieties in the southern forest steppe of Tyumen region. *Agricultural Science of the Euro-North-East*. 2020;21(2):114-123. doi: 10.30766/2072-9081.2020.21.2.114-123
24. Skorokhodov VYu. Wheat productivity on the soil biological activity background in crop rotations and monosowing under the Southern Urals conditions. *The Bulletin of KGAU*. 2022;11(188):62-69. doi: 10.36718/1819-4036-2022-11-62-69
25. Skorokhodov VYu. Productivity of spring soft wheat in conjunction with the content of macroelements and bioactivity of soil on the black soils of the southern steppe zone of the Southern Urals. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2021;2(54):46-53.
26. Toygildin AL, Podsevalov MI, Ayupov DE. Harvest formation and spring soft wheat grain quality in biologization of crop rotations of the forest-steppe of the Volga region. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2019;4(48):44-50. doi: 10.18286/1816-4501-2019-4-44-50
27. Balashov VV, Balashov AV, Levkina KV, Kudina KA. Crop of spring hard wheat depending on hydrothermal conditions on light-chestnut soils in Volgograd Region. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2017;4(48): 29-35.
28. Zezin NN, Vorob'yov VA, Vorob'yov AV, Bezgodov AV. Baking properties of spring wheat grain in the middle Urals conditions. *Grain Economy of Russia*. 2018;5(59):21-26. doi: 10.31367/2079-8725-2018-59-5-21-26
29. Yushkevich LV, Shchitov AG, Pakhotina IV. Grain yield and quality of spring soft wheat depending on cultivation technology in the forest-steppe of Western Siberia. *Agriculture*. 2019;1:32-34. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10109
30. Cook RL, Trifica A. Tillage and fertilizer effects on crop yield and soil properties over 45 years in Southern Illinois. *Agronomy Journal*. 2016;108(1):415-426. doi: 10.2134/agronj2015.0397
31. Schlegel AJ, Assefa Y, Haag LA, Thompson CR Long-term tillage on yield and water use of grain Sorghum and winter wheat. *Agronomy Journal*. 2018;110(1):269-280. doi: 10.2134/agronj2017.02.0104

**Информация 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, 460051, Оренбургская область, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 89068458745.

**Юрий Васильевич Кафтан**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, Оренбургская область, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 89878994748.

**Александр Алексеевич Зоров**, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. директора - руководитель Оренбургского НИИСХ, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, Оренбургская область, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 89228293471.

**Елена Николаевна Скороходова**, соискатель, отдел земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, Оренбургская область, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 89225357644.

**Наталья Анатольевна Зенкова**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, Оренбургская область, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 89877870965.

**Information about the authors:**

**Vitaliy Yu Skorokhodov**, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: 89068458745.

**Yuri V Kaftan**, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Department of Agriculture and Resource-saving Technologies, Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: 89878994748.

**Alexander A Zorov**, Cand. Sci. (Agriculture), Deputy director - head of the Orenburg Research Institute of Agriculture, Leading Researcher, Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: 89228293471.

**Elena N Skorokhodova**, applicant, Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: 89225357644.

**Natalia A Zenkova**, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: 89877870965.

Статья поступила в редакцию 03.11.2023; одобрена после рецензирования 08.12.2023; принята к публикации 11.12.2023.

The article was submitted 03.11.2023; approved after reviewing 08.12.2023; accepted for publication 11.12.2023.