

Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 3. С. 258-272.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2025. Vol. 108. No. 3. P. 258-272.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья
УДК 633.11(470.56)
doi:10.33284/2658-3135-108-3-258

Качество зерна яровой мягкой пшеницы Учитель в зависимости от условий вегетации в Оренбургском Предуралье

Ишен Насанович Бесалиев¹, Александр Леонидович Панфилов²

¹²Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹orniish_tzk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9389-1938>

²orniish_tzk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1210-6350>

Аннотация. Статья содержит результаты полевых исследований по влиянию вариантов осенней обработки почвы – вспашка отвальным плугом и безотвальное рыхление зяби и парового фона на показатели качества зерна яровой пшеницы в течение 2017-2020 гг. в Оренбургском Предуралье. Определялись стекловидность, натура, содержание и индекс деформации клейковины сорта Учитель. Закладка и проведение исследований, анализ показателей качества проводили с применением соответствующих методик. Условия вегетации лет опытов отличались наличием как острозасушливых, средних по засушливости, так и благоприятных лет. Установлено, что условия июля в существенной мере определяют изученные показатели качества. Коэффициенты корреляционно-регрессионных связей декадных погодных показателей данного месяца с показателями качества изменялись от 0,783 до 0,934. Стекловидность зерна в значительной степени, чем другие показатели качества зерна, изменялась от условий лет исследований. Снижение стекловидности происходило в год с избыточным увлажнением посевов в период налива зерна. На паровом фоне формируется более стекловидное зерно в сравнении с фонами обработанной зяби. Натура зерна снижалась при засушливости в начале налива зерна и при избыточном количестве осадков в конце вегетации. Зерно с парового фона соответствует 1-2 классу требованиям ГОСТ 9353-2016 и снижается до уровня 3 класса у зерна с вариантов обработанной зяби. Количество клейковины в годы исследований соответствовало нормам требований 1 класса ГОСТ 9353-2016. Ее количество возрастало в засушливый год при посеве по паровому фону и снижалось при избыточным увлажнении. Индекс деформации клейковины по фону отвальной вспашки в 2 года из четырех лет опытов – 50,0 %, по фону безотвального рыхления зяби в один год – 33,3 %, а по паровому фону в четыре года из четырех лет соответствовал второй группе качества.

Ключевые слова: яровая пшеница, качество зерна, отвальная вспашка, безотвальное рыхление, пар, натура, стекловидность, содержание клейковины, температура воздуха, сумма осадков

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2022- 2026 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ FNWZ-2022-0014).

Для цитирования: Бесалиев И.Н., Панфилов А.Л. Качество зерна яровой мягкой пшеницы Учитель в зависимости от условий вегетации в Оренбургском Предуралье // Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 3. С. 258-272. [Besaliev IN, Panfilov AL. Quality of spring soft wheat grain of 'Uchitel' variety, depending on the growing conditions in the Orenburg Cis-Urals. Animal Husbandry and Fodder Production. 2025;108(3):258-272. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-3-258>

GEOPONICS AND CROP PRODUCTION

Original article

Quality of spring soft wheat grain of ‘Uchitel’ variety, depending on the growing conditions in the Orenburg Cis-Urals

Ishen N Besaliev¹, Aleksandr L Panfilov²

¹²Federal Scientific Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹orniish_tzk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9389-1938>

²orniish_tzk@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1210-6350>

Abstract. The article contains the results of field studies on the effect of autumn tillage options – ploughing with a moldboard plough and non-moldboard loosening of fallow land and fallow background on the quality indicators of spring wheat grain during 2017 – 2020 in the Orenburg Cis-Urals. The vitreousness, nature, content and index of deformation of gluten of the variety Uchitel were determined. The laying and conducting of research, the analysis of quality indicators were carried out using the relevant methods. The vegetation conditions of the experimental years differed in that they included both severely dry, moderately dry, and favorable years. It was found that the conditions of July significantly influenced the quality indicators studied. The correlation and regression coefficients between the decadal weather indicators of this month and the quality indicators ranged from 0.783 to 0.934. The vitreousness of the grain varied significantly more than other grain quality indicators, depending on the conditions of the years of research. The vitreousness decreased in the year with excessive moisture during the grain filling period. The grain was more glassy on the fallow background compared to the backgrounds of the treated fallow. The grain's nature decreased during dry conditions at the beginning of grain filling and during excessive rainfall at the end of the growing season. Grain from the Fallow background meets the requirements of Class 1-2 according to GOST 9353-2016 and decreases to Class 3 for grain from the treated fallow land. The amount of gluten in the years of research met the requirements of Class 1 according to GOST 9353-2016. Its quantity increased in a dry year when sowing on a Fallow background and decreased in an over-moisture year. The gluten deformation index on a plough background in 2 years out of four years of experiments (50.0%), on a non-ploughing background in one year (33.3%), and on a Fallow background in four years out of four years corresponded to the second quality group.

Keywords: spring wheat, grain quality, moldboard plowing, non-moldboard loosening, fallow, nature, vitreousness, gluten content, air temperature, precipitation amount

Acknowledgments: the work was carried out in accordance with the research plan for 2022-2026 FSBRI FRC BST RAS (No. FNWZ-2022-0014).

For citation: Besaliev IN, Panfilov AL. Quality of spring soft wheat grain of ‘Uchitel’ variety, depending on the growing conditions in the Orenburg Cis-Urals. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2025;108(3):258-272. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-108-3-258>

Введение.

Качество зерна яровой пшеницы имеет важное значение при производстве продукции в процессе его переработки. Колебания климата, наблюдаемые в последние годы, оказывают значительное влияние на качественные показатели мягкой пшеницы (Yadav S et al., 2020; Lama S et al., 2022). Особенно отрицательное влияние оказывает комбинированный стресс, вызванный сочетанием засухи и высокой температуры воздуха (Lama S et al., 2023). Исследованиями (Сиптиц С.О. и др., 2021) установлено, что около 60 % межрегиональной изменчивости урожайности зерновых и зернобобовых культур в целом по России объясняется климатическими факторами: температурой воздуха и осадками. Значительные изменения качества зерна яровой пшеницы также обусловлены погодными условиями конкретных регионов возделывания. В условиях Республики Башкортостан

(Исмагилов К.Р. и Каримов И.К., 2024) количество клейковины в зерне в сильной степени зависело от температуры июня ($r=0.741$) и с ростом суммы температур за вегетацию ($r=0.812$), оно возрастало на 0,73 %. Такая же тенденция обнаруживается и в условиях Западной Сибири (Келер В.В. и Овчинникова Т.Г., 2021) и по данным, полученным в Курганской области (Мальцева Л.Т. и др., 2021). В исследованиях с твердой пшеницей ранее отмечалась зависимость качественных показателей зерна данной культуры от условий периода вегетации в Оренбургском Предуралье (Бесалиев И.Н. и Мироненко С.И., 2024).

Изучение приемов основной обработки почвы показало, что безотвальное рыхление зяби способствует лучшему проникновению влаги в подпахотные слои почвы и увеличению ее запасов (Бесалиев И.Н. и Панфилов А.Л., 2019). Показатели качества зерна также определяются приемами обработки почвы. Так, в исследованиях в Челябинской области стекловидность зерна и содержание клейковины соответственно на 46 % и 58 % зависели от обработки почвы (Соколова А.В. и др., 2021). По данным Кузиной Л.В. (2021), качественные характеристики не зависели от основной обработки почвы, а определялись сочетанием биофунгицида с минеральными удобрениями. Как установлено, натура и стекловидность зерна яровой пшеницы от вариантов обработки почвы отличались незначительно, но содержание белка клейковины на фоне минимальной обработки снижались (Юшкевич Л.В. и др., 2019).

Цель исследования.

Определение технологических показателей зерна яровой мягкой пшеницы Учитель в зависимости от приёмов основной обработки почвы и парового фона в различные годы исследований.

Материалы и методы исследований.

Объект исследования. Зерно яровой мягкой пшеницы сорта Учитель, полученное в полевых опытах на фоне разных приемов основной обработки почвы и парового фона.

Характеристика территорий и природно-климатические условия. Участок проведения полевых исследований расположен в центральной зоне Оренбургской области (Россия), в п. Нежинка Оренбургского района с координатами: северная широта – 51°77'76", восточная долгота – 55°32'00" (взято с сайта НСПД/Геоинформационный портал). Средняя годовая температура воздуха составляет +3,0 °С. Среднегодовое количество осадков – 300-350 мм. Почва опытного участка – чернозем южный тяжелосуглинистый маломощный карбонатный. Содержание гумуса в верхнем горизонте (0-30 см) составляет 4,2-4,5 %, общего азота – 0,20-0,31 %, нитратного азота – 4,5-6,8 мг/кг, общего фосфора – 0,14-0,22 %, подвижного фосфора – 15-25 мг/кг, обменного калия – 300-380 мг/кг почвы.

Схема эксперимента. Исследования проведены на опытном участке Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН». Данные по качеству зерна сорта яровой пшеницы Учитель получены в опытах по экологическому изучению сортов яровой пшеницы на фоне вариантов осенней обработки почвы: отвальной вспашки и безотвального рыхления зяби и на паровом участке. Опыт состоял из двух участков, на одном из которых с осени предшествующего года после уборки культуры проводилась вспашка и безотвальное рыхление почвы. Второй участок опыта представлял собой пар, который готовился с весны предшествующего года после безотвального рыхления зяби и пятикратной культивации в течение лета. Отвальная вспашка плугом ПЛН-4-35 на глубину 25-27 см, обработка стойками СибИМЭ на глубину 25-27 см проводилась после уборки предшественника, а также по паровому фону. Весной проводилось закрытие влаги зубowymi боровами БЗСС-1,0 в два следа, предпосевная культивация культиватором КПС-4 на 6-8 см. Посев сортов яровой пшеницы, в том числе сорта Учитель проведен поперек вариантов основной обработки почвы и по пару нормой посева 4,0 млн всхожих семян на 1 га, после посева – прикатывание. Уборка прово-

дилась в фазу полной спелости зерна. Опыты закладывались в соответствии с методикой Б.А. Доспехова (1985). Общая площадь делянки составляла 66 кв. м, учетная – 58 кв. м. Повторность опытов – четырехкратная, размещение делянок – последовательное в один ярус.

Оборудование и технические средства. Для проведения эксперимента были использованы тракторы МТЗ-1221 (Беларусь), Т-25 (Россия), селекционные сеялки: СН-16 (Россия), комбайн Сампо-500 (Sampo-Rosenlew, Финляндия). Показатели качества зерна определяли в Центре коллективного пользования ФНЦ БСТ РАН (г. Оренбург) (<http://цкп-бст.рф>) по соответствующим ГОСТ с применением российских приборов: измеритель деформации клейковины ИДК-3М, диафаноскоп «Янтарь», атомно-абсорбционный спектрометр Квант-2, спектрофотометр UNIKO 1201, весы ВЛТЭ-150, пурка ПХ-1.

Статистическая обработка. Корреляционно-регрессионные связи зависимости показателей качества зерна с погодными факторами июля выполнены с применением метода однофакторного нелинейного корреляционно-регрессионного анализа с использованием библиотеки из 34 алгебраических функций, включающих в себя в том числе полиномиальные функции; показательные функции.

Результаты исследования.

Гидротермические коэффициенты за май-июль характеризуют условия вегетации как острозасушливые в 2017, 2018 и в 2020 годах и как засушливые в – 2019 году. Но при этом ежегодные ГТК по годам опытов имеют свои особенности. Несмотря на низкий показатель ГТК, в 2017 сложились благоприятные условия для формирования урожайности культуры, ввиду пониженного температурного фона в мае.

Таблица 1. Гидротермический коэффициент за май-июль в 2017-2020 гг.
 Table 1. Hydrothermal coefficient for May-July in 2017-2020

Месяцы/ <i>Months</i>	Гидротермический коэффициент по годам/ <i>Hydrothermal coefficient by year</i>			
	2017	2018	2019	2020
За май-июль/ <i>For May-July</i>	0,39	0,32	0,61	0,38
В том числе за:/ <i>Including for:</i>				
май / <i>May</i>	0,60	0,60	0,18	0,60
июнь/ <i>June</i>	0,66	0,19	0,50	0,34
июль/ <i>July</i>	0,06	0,22	1,36	0,28

Условия периода вегетации 2018 года были самыми засушливыми за период опытов, особой засушливостью отличались июнь и июль с гидротермическими коэффициентами соответственно 0,19 и 0,22. В 2019 году сильной засушливостью отличался май, а в июле выпало значительное количество на фоне снижения температуры воздуха, что определило высокое значение ГТК данного месяца. Условия периода вегетации 2020 года также были неблагоприятными с нарастанием засушливости с началом вегетации. Особенностью этого года были резкие перепады температуры воздуха в мае и июне при максимальной температуре поверхности почвы, согласно данным Гидрометеоцентра (г. Оренбург), до +59...+64 °С. Таким образом, условия вегетации яровой пшеницы в годы проведения исследований отличались как практическим отсутствием осадков, сопровождавшиеся высокими температурами воздуха, так и значительными осадками в период налива зерна с низкими значениями температуры воздуха.

При изучении корреляционно-регрессионных связей погодных факторов декад июля с показателями качества зерна яровой мягкой пшеницы удалось установить, что в первой декаде июля получена достоверная корреляция суммы осадков с натурой зерна ($r=0,821$) и с содержанием сырой клейковины ($r=0,919$), максимальной температуры воздуха с натурой зерна ($r=0,907$), среднесуточного дефицита влажности воздуха со стекловидностью ($r=0,803$) (табл. 2).

Таблица 2. Корреляционные связи показателей качества зерна яровой мягкой пшеницы с погодными факторами первой декады июля

Table 2. Correlation between grain quality indicators of spring soft wheat and weather conditions in the first ten days of July

№ п/п / No. p/p	Коррелируемые величины/ Correlated quantities	Параметры величин ($M \pm G$)/ Quantity parameters ($M \pm G$)	v, %	η_{yx} , %	F	
					факт. / fact.	теор./ theor.
1	Осадки, мм, x_1 / Precipitation, mm, x_1	$0,7 - 62,0$ $14,4 \pm 24,6$	170,7	-	-	-
2	Натура зерна, г/л, y_1 / Grain type, g/l, y_1	$720 - 788$ $760 \pm 18,2$	2,4	0,821	2,63	2,61
3	Максимальная температура воздуха, °C x_2 / Maximum air temperature, °C, x_2	$35,0 - 41,0$ $38,6 \pm 2,1$	5,52	-	-	-
4	Натура зерна, г/л, y_2 / Grain type, g/l, y_2	$730 - 780$ $761 \pm 17,4$	2,29	0,907	4,84	3,99
5	Осадки, мм x_3 / Precipitation, mm, x_3	$0,70 - 62,0$ $13,3 \pm 146,7$	151,2	-	-	-
6	Содержание клейковины, %, y_3 / Gluten content, %, y_3	$35,6 - 48,4$ $39,2 \pm 3,5$	8,99	0,919	6,02	3,48
7	Сумма среднесуточных дефи- цитов влажности воздуха, гПа x_4 / Sum of average daily air humidity deficits, hPa, x_4	$100 - 220$ $175 \pm 46,3$	26,5	-	-	-
8	Стекловидность зерна, %, y_4 / Grain vitreousness, %, y_4	$56,6 - 87,8$ $72,1 \pm 2,20$	13,3	0,803	2,49	2,38

Во второй декаде данного месяца сумма осадков коррелировали со стекловидностью ($r=0,844$) и индексом деформации клейковины ($r=0,876$) (табл. 3).

Также получены высокие и достоверные связи максимальной температуры воздуха со стекловидностью зерна ($r=0,952$), средней температуры воздуха с натурой зерна ($r=0,792$) и с показателем индекса деформации клейковины ($r=0,962$). Среднесуточный дефицит влажности воздуха второй декады июля был достоверно связан с натурой зерна ($r=0,934$).

В третьей декаде июля сумма осадков, в значительной мере определяли натуру зерна ($r=0,860$), его стекловидность ($r=0,871$) и индекс деформации клейковины ($r=0,856$), а максимальная температура воздуха была достоверно связана также с натурой зерна ($r=0,923$), его стекловидностью ($r=0,820$) и с содержанием клейковины ($r=0,873$) (табл. 4).

Table 3. Correlation between grain quality indicators of spring soft wheat and weather conditions in the second decade of July

[illegible]

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
11	Максимальная температура воздуха, °C, x_6 / Maximum air temperature, °C, x_6	$\frac{31,0 - 38,8}{34,8 \pm 2,27}$	6,62	-	-	-
12	Натура зерна, г/л, y_6 / Grain type, g/l, y_6	$\frac{724 - 792}{760 \pm 16,4}$	2,16	0,922	6,26	3,78
$y_6 = -87556,41 / (-149,9795 + x)$, для 85,17 % случаев / $y_6 = -87556,41 / (-149,9795 + x)$, for 85.17% of cases						
13	Максимальная температура воздуха, °C, x_7 / Maximum air temperature, °C, x_7	$\frac{31,0 - 38,8}{34,3 \pm 2,27}$	6,85	-	-	-
14	Стекловидность, %, y_7 / Grain vitreousness, %, y_7	$\frac{60 - 94}{73 \pm 9,75}$	13,35	0,829	2,82	2,48
$y_7 = 1763,035 - 99,39155x + 1,454746 x^2$, для 68,72 % случаев / $y_7 = 1763,035 - 99,39155x + 1,454746 x^2$, for 68.72% of cases						
15	Осадки, мм, x_8 / Precipitation, mm, x_8	$\frac{0,0 - 15,0}{5,4 \pm 5,50}$	101,9	-	-	-
16	Натура зерна, г/л, y_8 / Grain type, g/l, y_8	$\frac{720 - 779}{759 \pm 15,56}$	2,05	0,860	3,30	2,61
$y_8 = 767,0676 + 0,4354353x - 0,1782594 x^2$, для 74,04 % случаев / $y_8 = 767,0676 + 0,4354353x - 0,1782594 x^2$, for 74.04% of cases						
17	Осадки, мм, x_9 / Precipitation, mm, x_9	$\frac{0,0 - 16,0}{7,2 \pm 6,43}$	89,8	-	-	-
18	Стекловидность, %, y_9 / Grain vitreousness, %, y_9	$\frac{53 - 90}{72,0 \pm 10,91}$	15,21	0,870	3,64	3,48
$y_9 = 86,51217 - 6,413912x + 0,3449205x^2$, для 75,79 % случаев / $y_9 = 86,51217 - 6,413912x + 0,3449205x^2$, for 75.79% of cases						
19	Осадки, мм, x_{10} / Precipitation, mm, x_{10}	$\frac{0,0 - 16,0}{6,1 \pm 5,85}$	95,4	-	-	-
20	ИДК, усл. ед, y_{10} / IDK, conventional unit, y_{10}	$\frac{88,4 - 106,9}{98,9 \pm 5,47}$	5,54	0,855	3,27	2,44
$y_{10} = 105,7491 - 2,997880x + 0,1643964x^2$, для 73,24 % случаев / $y_{10} = 105,7491 - 2,997880x + 0,1643964x^2$, for 73.24% of cases						
21	Сумма дефицитов влажности воздуха, мПа, x_{11} / Sum of average daily air humidity deficits, hPh. x_{11}	$\frac{143 - 198}{174 \pm 16,9}$	9,68	-	-	-
22	ИДК, усл. ед, y_{11} / IDK, conventional unit, y_{11}	$\frac{89,6 - 106,0}{99,1 \pm 4,95}$	5,00	0,811	2,56	2,44
$y_{11} = 340,3884 - 2,998915x + 9,180677E-03 x^2$, для 65,79 % случаев / $y_{11} = 340,3884 - 2,998915x + 9,180677E-03 x^2$, for 65.79% of cases						

Стекловидность зерна имеет очень важное значение для получения полноценного хлеба. Формирование данного показателя зависит от многих факторов и особенно погодных. Так, по оценке И.Ф. Деминой (2022), она определяется годом опытов на 53,75 % и на 28,78 % – взаимодействием года и генотипа. По полученным нами в опыте данным (табл. 5), обнаруживается значительная изменчивость данного показателя в зависимости от условий периода вегетации, чем от приемов обработки почвы. Самые низкие значения стекловидности получены в самом засушливом 2020 году, когда высокие значения температуры воздуха (максимальные – в июле +40 °C) наблюдались весь период вегетации. Показатель стекловидности зерна этого года соответствовал 3 классу согласно технических требований ГОСТа 9353-2016. В другие годы ее показатели соответствовали требованиям 1-2 класса.

Таблица 5. Показатели качества зерна яровой мягкой пшеницы Учитель в зависимости от условий вегетации в Оренбургском Предуралье, %
 Table 5. Grain quality indicators of spring soft wheat depending on the growing conditions in the Orenburg Cis-Urals, %

Прием обработки почвы / Reception of tillage	2017	2018	2019	2020	Средняя / Average
Стекловидность, % / Vitreousness, %					
Вспашка / Plowing	92	82	82	51	77
Безотвальное рыхление / Loose loosening	91	81	86	51	77
Пар / Fallow	93	96	89	61	85
Средняя / Average	92	86	86	55	80
Натура зерна, г/л / The nature of grain, g/l					
Вспашка / Plowing	780	758	724	732	749
Безотвальное рыхление / Loose loosening	786	758	728	736	752
Пар / Fallow	798	772	752	764	772
Средняя / Average	788	763	735	744	755
Количество клейковины, % / The amount of gluten, %					
Вспашка / Plowing	36	33	48	37	39
Безотвальное рыхление / Loose loosening	33	38	48	40	40
Пар / Fallow	33	44	48	41	42
Среднее / Average	34	38	48	39	40

На паровом фоне в три года из четырёх лет опытов стекловидность зерна была выше в сравнении с приёмами осенней обработки почвы. Эти годы отличались более резкой засушливостью с недостатком осадков. Различия между приёмами осенней основной обработки почвы не существенны. Резкие перепады температуры воздуха, недостаток осадков или их излишнее количество в период активного налива зерна отрицательно влияют на данный показатель.

Натура зерна является важным технологическим показателем, определяющим товарность зерна. В наших исследованиях по паровому фону формировалось зерно с показателями натуры, соответствующим техническим требованиям 1-2 класса ГОСТ 9353-2016, а по вариантам вспашки и безотвального рыхления зяби в два года (2019 и 2020) показатели были на уровне 3 класса. Зерно с высокой натурой (780-798 г/л) получено в год с пониженным температурным режимом воздуха при незначительной сумме осадков за период вегетации (2017). При засушливости в начале вегетации культуры и перепадами температуры воздуха в дальнейшем на фоне избыточного количества осадков в конце вегетации (2019 г.) натура зерна снижалась. Паровой фон способствовал увеличению данного показателя на 20-33 г в сравнении с фонами осенней обработки, особенно в годы с резкой засушливостью периода вегетации.

Количество клейковины в годы исследований соответствовало нормам 1 класса требований ГОСТ 9353-2016. В среднее засушливый год (2019) при выпадении осадков в период налива зерна ее количество возрастало и не зависело от приемов обработки почвы. На фоне пара резко (на 6-11 %) возрастало в засушливый год (2018). В благоприятный год (2017) роль пара не проявилась.

Индекс деформации клейковины (табл. 6) по фону отвальной вспашки в 2 года из четырех лет опытов (50,0 %), по фону безотвального рыхления зяби в один год (33,3 %), а по паровому фону в четыре года из четырех лет соответствовали второй группе качества. Снижение показателей

качества отмечено на фонах обработанной зяби в 2018 году при резкой засушливости всего периода вегетации и в 2019 году при излишней увлажнённости периода налива.

Таблица 6. **Индекс деформации клейковины зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от условий вегетации в Оренбургском Предуралье, ед.**
 Table 6. **Gluten deformation index in the years of research with different methods of basic tillage and fallow, units**

Прием обработки почвы / <i>Soil cultivation technique</i>	2017	2018	2018	2020
Вспашка / <i>Plowing</i>	98	110	111	97
Безотвальное рыхление / <i>No-till loosening</i>	105	109	117	101
Пар / <i>Fallow</i>	101	102	102	95

Обсуждение полученных результатов.

Яровая мягкая пшеница является важнейшей культурой, зерно которой служит главным сырьем в производстве хлебобулочных изделий. Качество зерна является основным показателем пригодности его для этих целей. Показатели качества зерна в значительной степени зависят от метеоусловий периода вегетации и, как отмечает Кибкало И.А. (2018), колебания погодных характеристик – один из основных факторов, влияющих на конечное качество урожая, что подтверждается результатами других исследований (Шаталин и др., 2025; Шелаева Т.В. и др., 2022; Рубец В.С. и др., 2021). При синхронности динамики содержания белка и сырой клейковины с погодными условиями важна оценка генотипических корреляций (Дёмина И.Ф., 2025). Для условий Оренбургского Предуралья установлено (Скороходов В.Ю. и др., 2023), что в годы с обильным выпадением осадков качество зерна яровой пшеницы снижается, а в засушливые годы имеет лучшие показатели, что характерно и для условий Сибири (Келер В.В. и Овчинникова Т.Г., 2021). В исследованиях (Нецветаев В.П. и др., 2012) показано, что жаркая погода летом способствует увеличению числа дисульфидных связей белкового комплекса и укреплению клейковины, что позволяет выявить образцы с наследственно высоким качеством зерна и слабой реакцией на метеоусловия вегетационного периода. По данным Соколовой А.В. с соавторами (2021), стекловидность зерна и содержание в нем клейковины на 46 % и 58 % соответственно зависели от обработки почвы с преимуществом отвальной вспашки в сравнении с нулевой обработкой. По другим данным (Кузина Е.В., 2021), качественные характеристики зерна от вариантов основной обработки почвы не зависели, что согласуется с результатами наших исследований. Исследованиями (Бобренко И.А. и др., 2024) установлено увеличение стекловидности зерна яровой пшеницы при посеве по пару на 0,7 % в сравнении с посевом по яровой пшенице, что существенно ниже наших результатов, которые составляют 8 %.

Заключение.

Качество зерна яровой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья формируется в зависимости от климатических условий периода вегетации. Изучением связи основных факторов погоды по декадам июля (средняя температура воздуха, максимальная температура воздуха, сумма осадков, среднесуточный дефицит влажности воздуха) с показателями качества зерна яровой мягкой пшеницы получены достоверные корреляционные зависимости. Показатели качества зерна яровой пшеницы в значительной степени определяются погодными условиями третьей декады июля. В условиях вегетации, когда осадки выпадают в период активного налива зерна, наблюдается снижение его стекловидности, что показывают данные 2018 и 2019 гг.

Различия между приемами осенней обработки почвы по показателям качества яровой пшеницы незначительны. Стекловидность зерна возрастает в сравнении с фонами осенней обработки на 8%, натура зерна на 20-23 г/л, количество клейковины – на 2,3 % при посеве по пару. Наиболее стекловидное зерно формируется, как показывают данные 2017 года, в условиях недостаточного увлажнения при оптимальном или пониженном температурном режиме воздуха. Натура зерна возрастала при посеве по пару. Снижение качества клейковины происходит при резкой засушливости всего периода вегетации и излишней увлажненности периода налива.

В целом, полученные данные показывают преимущество парового фона для улучшения стекловидности, натуры и качества клейковины зерна яровой пшеницы сорта Учитель.

Список источников

1. Бесалиев И.Н., Мироненко С.И. Урожайность и качество зерна яровой твёрдой пшеницы в условиях Оренбургского Предуралья // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107. № 4. С. 324-336. [Besaliev IN, Mironenko SI. Yield and grain quality of spring durum wheat in the conditions of the Orenburg Cis-Urals. Animal Husbandry and Fodder Production. 2024;107(4):324-336. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-324>
2. Бесалиев И.Н., Панфилов А.Л. Продуктивная влага в связи с приёмами агротехники и урожайность яровой твёрдой пшеницы в Оренбургском Предуралье // Известия Самарской сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 21-27. [Besaliev IN, Panfilov AL. Productive moisture in connection with the agronomic practices and yield of spring durum wheat in the Orenburg Priuralye. Bulletin Samara State Agricultural Academy. 2019;2:21-27. (In Russ.)].
3. Влияние метеорологических условий на качество зерна яровой пшеницы (Triticum L.) / В.С. Рубец, И.Н. Ворончихина, В.В. Пыльнев., В.В. Ворончихин, А.Г. Маренкова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 5. С. 89-108. [Rubets VS, Voronchikhina IN, Pyl'nev VV, Voronchikhin VV, Marenkova AG. Effect of weather conditions on the quality of spring wheat grain (Triticum L.). News of Timiryazev Agricultural Academy. 2021;5:89-108. (In Russ.)]. doi: 10.26897/0021-342X-2021-5-89-108
4. Демина И.Ф. Качество зерна сортов и линий яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025. Т. 55. № 1(314). С. 32-40. [Demina IF. Grain quality of the varieties and lines of spring soft wheat under the conditions of the Middle Volga Region. Siberian Herald of Agricultural Science. 2025;55:1(314):32-40. (In Russ.)]. doi: 10.26898/0370-8799-2025-1-4
5. Демина И.Ф. Корреляционная зависимость урожайности и показателей качества зерна образцов яровой пшеницы от агроэкологических условий // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 3(387). С. 278-281. [Demina IF. correlation dependence of yielding capacity and grain quality indicators of spring wheat samples on agricultural conditions. Mezhdunarodnyi Sel'skokhozyaistvennyi Zhurnal. 2022;3(387):278-281. (In Russ.)]. doi: 10.55186/25876740-2022-65-3-278
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований) 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с. [Dospekhov BA. Metodika polevogo opyta: (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) 5-e izd., dop. i pererab. Moscow: Agropromizdat; 1985:351 p. (In Russ.)].
7. Исмагилов К.Р., Каримов И.К. Агроклиматические ресурсы формирования качества зерна яровой пшеницы в республике Башкортостан // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2024. № 2(70). С. 17-22. [Ismagilov KR, Karimov IK. Agroclimatic resources for the formation of the quality of spring wheat grain in the Republic of Bashkortostan. Herald of the Bashkir State Agrarian University. 2024;2(70):17-22. (In Russ.)]. doi: 10.31563/1684-7628-2024-70-2-17-22

8. 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. [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>
9. Качество зерна яровой мягкой пшеницы в северной лесостепи Южного Урала / Л.П. Шаталина, Ю.Б. Анисимов, Ю.С. Мошкина, П.М. Лопухов, Е.Л. Калюжина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2025. Т. 55. № 4(317). С. 5-15. [Shatalina LP, Anisimov YuB, Moshkina YuS, Lopukhov PM, Kalyuzhina EL. Grain quality of spring soft wheat in the northern forest-steppe of the Southern Urals. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2025;55-4(317):5-15. (*In Russ.*)]. doi: 10.26898/0370-8799-2025-4-1
10. Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предшественников и обработки в условиях Челябинской области / А.В. Соколова, В.С. Мельник, А.А. Агеева, Г.Ф. Манторова // АПК России. 2021. Т. 28. № 5. С. 608-614. [Sokolova AV, Melnik VS, Ageeva AA, Mantorova GF. Grain quality of spring wheat depending on the predecessors and tillage in the climate of Chelyabinsk Region. *Agro-industrial Complex of Russia*. 2021;28(5):608-614. (*In Russ.*)].
11. Келер В.В., Овчинникова Т.Г. Роль экологических условий в формировании клейковины у яровой пшеницы // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 5. С. 19-27. [Keler VV, Ovchinnikova TG. The role of ecological conditions in the formation of gluten in spring wheat. *News of Timiryazev Agricultural Academy*. 2021;5:19-27. (*In Russ.*)]. doi: 10.26897/0021-342X-2021-5-19-27
12. Кибкало И.А. Влияние погодно-климатических условий в период созревания зерна мягкой и твердой пшеницы на состояние белкового комплекса эндосперма, тестируемое методом флуоресцентного зондирования // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2018. Т. 20. № 2-2(82). С. 291-296. [Kibkalo IA. Influence of the weather and climate conditions at the period of grain maturing on the state of endosperm protein complex testing by the method of fluorescent sounding in soft and durum wheat. *Isvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2018;20(2-2(82):291-296. (*In Russ.*)].
13. Кузина Е.В. Влияние обработки почвы и удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 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. *Herald Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2021;16(1-61):28-33. (*In Russ.*)]. doi: 10.12737/2073-0462-2021-28-33
14. Мальцева Л.Т., Филиппова Е.А., Банникова Н.Ю. Реакция яровой мягкой пшеницы на засуху в лесостепи Зауралья // Аграрный вестник Урала. 2021. № 12(215). С. 9-18. [Maltseva LT, Filippova EA, Bannikova NYu. Reaction of spring soft wheat to drought in the forest-steppe of the Trans-Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021;12(215):9-18. (*In Russ.*)]. doi: 10.32417/1997-4868-2021-215-12-9-18
15. Новый подход к оценке пшеницы качества зерна мягкой / В.П. Нецветаева, Л.С. Бондаренко, О.В. Акиншина, Т.А. Рыжкова // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 24-27. [Netsvetaeva VP, Bondarenko LS, Akinshina OV, Ryzhkova TA. Innovative approach to the assessment of wheat grain quality. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2012;9:24-27. (*In Russ.*)].
16. Сиптиц С.О., Романенко И.А., Евдокимова Н.Е. Модельные оценки влияния климата на урожайность зерновых и зернобобовых культур в регионах России // Проблемы прогнозирования. 2021. № 2 (185). С. 75-86. [Siptits SO, Romanenko IA, Evdokimova NE. Model estimates of climate impact on grain and leguminous crops yield in the regions of Russia. *Studies on*

Russian Economic Development. 2021;32(2):169-176. (*In Russ.*)]. doi: 10.47711/0868-6351-185-75-86
doi: 10.1134/S1075700721020106

17. Урожайность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы при применении некорневых подкормок по различным предшественникам / И.А. Бобренко, В.М. Красницкий, В.П. Кормин, А.Д. Мартемьянов // Плодородие. 2024. № 2(137). С. 27-30. [Bobrenko IA, Krasnitsky VM, Kormin VP, Martemyanov AD. Yield and grain quality of spring soft varieties wheat in the application of foliar top dressing for various precursors. Plodorodie. 2024;2(137):27-30. (*In Russ.*)]. doi: 10.25680/S19948603.2024.137.07

18. Шелаева Т.В., Джазина Д.М., Утебаев М.У. Экологическое испытание сортов яровой пшеницы в условиях Северного Казахстана // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2(58). С. 94-99. [Shelaeva TV, Dzazina DM, Utebaev MU. Ecological testing of spring soft wheat varieties in the conditions of Northern Kazakhstan. Herald of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022;2(58):94-99. (*In Russ.*)]. doi: 10.18286/1816-4501-2022-2-94-99

19. Юшкевич Л.В., Щитов А.Г., Пахотина И.В. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы 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. Zemledeliye. 2019;1:32-34. (*In Russ.*)]. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10109

20. Lama S, Leiva F, Vallenback P, Chawade F, Kuktaite R. Impacts of heat, drought, and combined heat-drought stress on yield, phenotypic traits, and gluten protein traits: capturing stability of spring wheat in excessive environments. Front Plant Sci. 2023;14:1179701. doi: 10.3389/fpls.2023.1179701

21. Lama S, Vallenback P, Hall SA, Kuzmenkova M, Kuktaite R. Prolonged heat and drought versus cool climate on the Swedish spring wheat breeding lines: impact on the gluten protein quality and grain microstructure. Food and Energy Security. 2022;11(2):e376. doi: 10.1002/fes3.376

22. Yadav S, Modi P, Dave A, Vijapura A, Patel D, Patel M. Effect of abiotic stress on crops. [Internet]. Sustainable Crop Production. IntechOpen; 2020. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.88434>

References

1. Besaliev IN, Mironenko SI. Yield and grain quality of spring durum wheat in the conditions of the Orenburg Cis-Urals. Animal Husbandry and Fodder Production. 2024;107(4):324-336. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-4-324>

2. Besaliev IN, Panfilov AL. Productive moisture in connection with the agronomic practices and yield of spring durum wheat in the Orenburg Cis-Urals. Bulletin of Samara State Agricultural Academy. 2019;2:21-27.

3. Rubets VS, Voronchikhina IN, Pylnev VV, Voronchikhin VV, Marenkova AG. Effect of weather conditions on the quality of spring wheat grain (*Triticum L.*). News of Timiryazev Agricultural Academy. 2021;5:89-108. doi: 10.26897/0021-342X-2021-5-89-108

4. Demina IF. Grain quality of the varieties and lines of spring soft wheat under the conditions of the Middle Volga Region. Siberian Herald of Agricultural Science. 2025;55:1(314):32-40. doi: 10.26898/0370-8799-2025-1-4

5. Demina IF. correlation dependence of yielding capacity and grain quality indicators of spring wheat samples on agricultural conditions. International Agricultural Journal. 2022;3(387):278-281. doi: 10.55186/25876740-2022-65-3-278

6. Dospekhov BA. Methods of field experiment: (with the basics of statistical processing of research results) 5th ed., supplemented and revised. Moscow: Agropromizdat; 1985: 351.

7. Ismagilov KR, Karimov IK. Agroclimatic resources for the formation of the quality of spring wheat grain in the Republic of Bashkortostan. Herald of the Bashkir State Agrarian University. 2024;2(70):17-22. doi: 10.31563/1684-7628-2024-70-2-17-22
8. 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. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-4-260>
9. Shatalina LP, Anisimov YuB, Moshkina YuS, Lopukhov PM, Kalyuzhina EL. Grain quality of spring soft wheat in the northern forest-steppe of the Southern Urals. Siberian Herald of Agricultural Science. 2025;55-4(317):5-15. doi: 10.26898/0370-8799-2025-4-1
10. Sokolova AV, Melnik VS, Ageeva AA, Mantorova GF. Grain quality of spring wheat depending on the predecessors and tillage in the climate of Chelyabinsk Region. Agro-industrial Complex of Russia. 2021;28(5):608-614.
11. Keler VV, Ovchinnikova TG. The role of ecological conditions in the formation of gluten in spring wheat. News of Timiryazev Agricultural Academy. 2021;5:19-27. doi: 10.26897/0021-342X-2021-5-19-27
12. Kibkalo IA. Influence of the weather and climate conditions at the period of grain maturing on the state of endosperm protein complex testing by the method of fluorescent sounding in soft and durum wheat. News of the Samara Research Center of the Russian Academy of Sciences. 2018;20(2-2(82)):291-296.
13. Kuzina EV. Influence of tillage methods and fertilizers on the yield and quality of spring wheat grain. Herald of Kazan State Agrarian University. 2021;16(1-61):28-33. doi: 10.12737/2073-0462-2021-28-33
14. Maltseva LT, Filippova EA, Bannikova NYu. Reaction of spring soft wheat to drought in the forest-steppe of the Trans-Urals. Agrarian Bulletin of the Urals. 2021;12(215):9-18. doi: 10.32417/1997-4868-2021-215-12-9-18
15. Netsvetaeva VP, Bondarenko LS, Akinshina OV, Ryzhkova TA. Innovative approach to the assessment of wheat grain quality. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2012;9:24-27.
16. Siptits SO, Romanenko IA, Evdokimova NE. Model estimates of climate impact on grain and leguminous crops yield in the regions of Russia. Studies on Russian Economic Development. 2021;32(2):169-176. doi: 10.47711/0868-6351-185-75-86 doi: 10.1134/S1075700721020106
17. Bobrenko IA, Krasnitsky VM, Kormin VP, Martemyanov AD. Yield and grain quality of spring soft varieties wheat in the application of foliar top dressing for various precursors. Fertility. 2024;2(137):27-30. doi: 10.25680/S19948603.2024.137.07
18. Shelaeva TV, Dzazina DM, Utebaev MU. Ecological testing of spring soft wheat varieties in the conditions of Northern Kazakhstan. Herald of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2022;2(58):94-99. doi: 10.18286/1816-4501-2022-2-94-99
19. 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
20. Lama S, Leiva F, Vallenback P, Chawade F, Kuktaite R. Impacts of heat, drought, and combined heat-drought stress on yield, phenotypic traits, and gluten protein traits: capturing stability of spring wheat in excessive environments. Front Plant Sci. 2023;14:1179701. doi: 10.3389/fpls.2023.1179701
21. Lama S, Vallenback P, Hall SA, Kuzmenkova M, Kuktaite R. Prolonged heat and drought versus cool climate on the Swedish spring wheat breeding lines: impact on the gluten protein quality and grain microstructure. Food and Energy Security. 2022;11(2):e376. doi: 10.1002/fes3.376
22. Yadav S, Modi P, Dave A, Vijapura A, Patel D, Patel M. Effect of abiotic stress on crops. [Internet]. Sustainable Crop Production. IntechOpen; 2020. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.88434>

Информация об авторах:

Ишен Насанович Бесалиев, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом технологий зерновых и кормовых культур, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 440051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: +7 922 866-55-99.

Александр Леонидович Панфилов, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии зерновых и кормовых культур, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 440051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: +7 922 558-53-92.

Information about the authors:

Ishen N Besaliev, Dr. Sci. (Agriculture), Head of the Department of Grain and Forage Crops Technologies, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agricultural Technologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 440051, tel.: +7 922 866-55-99.

Alexander L Panfilov, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher at the Department of Grain and Fodder Crops Technology, Federal Scientific Center for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 440051, tel.: +7 922 558-53-92.

Статья поступила в редакцию 23.07.2025; одобрена после рецензирования 28.08.2025; принята к публикации 15.09.2025.

The article was submitted 23.07.2025; approved after reviewing 28.08.2025; accepted for publication 15.09.2025.