

Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья

© 2022. И. Ф. Дёмина✉

ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», г. Тверь,
Российская Федерация

Цель исследований – оценить влияние факторов погоды в 2016–2021 гг. на урожайность и качество зерна 18 сортов и 28 линий яровой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания в условиях лесостепи Среднего Поволжья (Пензенская область). Для характеристики метеорологических условий были взяты среднесуточные температуры воздуха, количество атмосферных осадков и гидротермический коэффициент (ГТК). При анализе качества зерна использовали показатели – содержание белка и клейковины в зерне, сила муки, индексы качества сорта и фаринограммы теста. В результате исследований установлена отрицательная корреляция между урожайностью и температурой воздуха в июне $r = -0,518 \pm 0,128$ (фаза «выход в трубку»), чуть слабее в августе $r = -0,342 \pm 0,141$. Взаимосвязи урожайности с осадками и ГТК носили положительный характер. Средняя достоверная корреляция урожайности сложилась с осадками и ГТК за июнь $r = 0,509 \pm 0,130$ и $r = 0,552 \pm 0,126$ соответственно. Выявлена достоверная отрицательная корреляция между урожайностью и содержанием белка и клейковины в зерне: $r = -0,758 \pm 0,098$ и $r = -0,782 \pm 0,094$. Содержание белка и клейковины в зерне показали высокую значимую зависимость между собой – $r = 0,945 \pm 0,055$. Высокая положительная связь сложилась между содержанием белка и клейковины в зерне со среднесуточной температурой воздуха во второй половине вегетации в июле $r = 0,845 \pm 0,081$ и $0,902 \pm 0,065$, в августе $r = 0,858 \pm 0,080$ и $0,898 \pm 0,07$ соответственно. Отмечена слабая взаимосвязь урожайности с силой муки, индексами качества сорта и фаринограммы теста ($r = 0,354 \pm 0,148$, $0,402 \pm 0,138$ и $0,423 \pm 0,136$ соответственно). Осадки и высокий показатель ГТК во вторую половину вегетации снизили индексы качества сорта и фаринограммы теста, силу муки. Эта зависимость характеризовалась слабой отрицательной связью: от $r = -0,310 \pm 0,144$ до $r = -0,458 \pm 0,134$. Таким образом, на формирование урожайности и качественных показателей зерна яровой мягкой пшеницы оказали влияние температурный режим и количество атмосферных осадков во все периоды роста и развития растений.

Ключевые слова: содержание белка и клейковины в зерне, корреляция, гидротермический коэффициент, осадки, температура воздуха, сила муки

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема №FGSS-2022-0008).

Автор благодарит рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Дёмина И. Ф. Влияние погодных условий на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(4):433–440.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440>

Поступила: 28.03.2022

Принята к публикации: 03.08.2022

Опубликована онлайн: 25.08.2022

Influence of weather conditions on the yield and quality of spring wheat grain in the forest-steppe of the Middle Volga region

© 2022. Irina F. Demina✉

Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russian Federation

The purpose of the research is to evaluate the influence of weather factors in 2016–2021 on the yield and quality of grain of 18 varieties and 28 lines of spring soft wheat of competitive variety trial in the conditions of forest-steppe of the Middle Volga (Penza region). To characterize the meteorological conditions, the average daily air temperatures, precipitation and hydrothermal coefficient (HTC) were taken. In the analysis of grain quality, the content of protein and gluten in the grain, as well as flour strength, quality indexes of the variety and farinograms of the dough were used. The result of the research stated the negative correlation between the yield and air temperature in June $r = -0.518 \pm 0.128$ («booting» phase), in August it was slightly weaker $r = -0.342 \pm 0.141$. Correlations of the yield with precipitation and HTC were positive. The average significant correlation of the yield was formed with precipitation and HTC in June: $r = 0.509 \pm 0.130$ and $r = 0.552 \pm 0.126$, respectively. A significant negative correlation was found between the yield and protein and gluten content in the grain: $r = -0.758 \pm 0.098$ and $r = -0.782 \pm 0.094$. The content of protein and gluten in the grain were almost functionally dependent on each other – $r = 0.945 \pm 0.055$. A high positive correlation has developed between the content of protein and gluten in the grain with the average daily air temperature in the second half of the growing season in July $r = 0.845 \pm 0.081$ and 0.902 ± 0.065 , in August: $r = 0.858 \pm 0.080$ and 0.898 ± 0.075 , respectively. Positive weak correlation was found between the yield and flour strength, variety quality indices and dough farinograms ($r = 0.354 \pm 0.148$, 0.402 ± 0.138 and 0.423 ± 0.136), respectively. Precipitation and a high rate of HTC in the second half of the growing season reduced the quality indices of the

variety and farinograms of the dough, the strength of the flour. This dependence was characterized by a weak negative relation-ship: from $r = -0.310 \pm 0.144$ to $r = -0.458 \pm 0.134$. Thus, the formation of yield and quality indicators of grain of spring soft wheat is influenced by the temperature regime and the amount of precipitation in all phases of growth and development of plants.

Keywords: protein and gluten content in the grain, correlation, hydrothermal coefficient, precipitation, air temperature, flour strength

Acknowledgements: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of Federal Scientific Center for Bast Fider Crops (theme No. FGSS-2022-0008).

The author thanks the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the author stated that there was no conflict of interest.

For citation: Demina I. F. Influence of weather conditions on the yield and quality of spring wheat grain in the forest-steppe of the Middle Volga region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2022;23(4):433-440. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.433-440>

Received: 28.03.2022

Accepted for publication: 03.08.2022

Published online: 25.08.2022

Яровая пшеница является одной из основных культур, которая обеспечивает продовольственную безопасность страны [1, 2].

Создание новых современных сортов, способных давать высокие и стабильные урожаи с требуемыми технологическими качествами – одна из важных задач селекции яровой пшеницы. Несмотря на то, что культура имеет высокое хозяйственное значение в масштабах страны, урожайность и качество зерна пшеницы оставляет желать лучшего. Это указывает на то, что в производстве отсутствуют сорта с высокой продуктивностью, а у тех, которые используются, недостаточно изучены биологические особенности в конкретных почвенно-климатических зонах [3, 4, 5].

По мнению многих учёных, на долю сорта приходится 25 %, а то и 35–40 % прироста урожая, остальное определяется условиями окружающей среды – температурным режимом, атмосферными осадками, интенсивностью солнечного освещения во время восковой спелости, продолжительностью светового дня, числом дней с определённой температурой и т. д., а также устойчивостью к биотическим факторам и различной потребностью в элементах минерального питания [6, 7, 8].

Климат Среднего Поволжья характеризуется умеренной континентальностью. Его особенностью является наличие таких лимитирующих факторов, как проявление региональных типов засух, неравномерное распределение тепло- и влагоресурсов как по годам, так и в течение всего периода произрастания растений яровой мягкой пшеницы, сопровождающихся шквалистыми ветрами. В последнее время прослеживается тенденция к увеличению частых и продолжительных засух как ранней весной, так и в течение летнего периода [9, 10].

Несмотря на научно-технический прогресс, зависимость объёма и качества урожая от почвенно-климатических условий остаётся значительной и чем негативнее условия окружающей среды произрастания пшеницы, тем значительнее колебания урожайности по годам. Изменения внешней среды могут происходить случайно и закономерно. Закономерные факторы (смена сезонов года) вырабатывают генетическую приспособленность растений к данным условиям [11, 12, 13].

При нехватке минеральных удобрений и других химических средств основным ресурсом в повышении продуктивности и качества зерна пшеницы является подбор сортов, адаптированных к условиям среды [14].

Одностороннее направление селекции, только на повышение урожайности, может привести к снижению адаптивной способности, поскольку на формирование урожайности оказывают влияние факторы среды, поэтому возникает необходимость разработки системы сортов, которые по биологическим характеристикам будут взаимодополнять друг друга, что позволит стабилизировать зерновое производство [15, 16].

Цель исследований – изучение влияния факторов погоды на урожайность и качество зерна сортов и линий яровой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Научная новизна. Изучение взаимодействия генотипа образцов яровой мягкой пшеницы с основными агрометеофакторами обладает относительной новизной и даёт возможность создавать и внедрять в производство новые сорта, которые будут соответствовать высокому уровню урожая и его качества в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Материал и методы. Полевые опыты проводили в 2016-2021 гг. на полях Пензенского НИИСХ – обособленного подразделения ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур». Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднесуглинистый. Пахотный горизонт имеет мощность 35-40 см. Среднее содержание гумуса в пахотном горизонте – 6,52 % (по Тюрину). Почвенная реакция среды слабокислая (рН 5,5). Содержание подвижного фосфора и калия 157 и 176 мг/кг почвы соответственно.

Посев проводили сеялкой СН-10Ц, предшественник – чистый пар. В исследованиях участвовало 18 сортов и 28 селекционных линий яровой мягкой пшеницы конкурсного сортоиспытания. Повторность опытов – 6-кратная, площадь делянок 10 м², норма высева 5,5 млн всх. семян на 1 га. Сев осуществляли в оптимальные для яровой пшеницы сроки (первая декада мая).

Для характеристики метеоусловий использованы данные Лунинской метеостанции – среднесуточные температуры воздуха и количество осадков. Гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) рассчитан по Г. Т. Селянину¹.

При анализе качества зерна использовали данные по содержанию белка и клейковины в зерне, а также информационно ёмкие показатели – сила муки, индексы качества сорта и фаринограммы теста. Содержание и качество клейковины определяли в соответствии с ГОСТ 54478-2012²; содержание белка – ГОСТ 26889-86³; силу муки – ГОСТ.Р 51415-99 (ИСО5530-4-91)⁴.

Индекс качества сорта (ИКС)⁵ и индекс фаринограммы теста (И_ф)⁶ рассчитывали по формулам:

$$\text{ИКС} = \sum_{i=1}^p (x_i/x_{i \text{ норм}}) \times q_i + \\ + \sum_{j=1}^t (x_j \text{ норм}/x_j) \times q_j,$$

где x_i – фактическое значение i -го показателя

качества, увеличение величины которого повышает качество; x_j – фактическое значение j -го показателя качества, увеличение величины которого снижает качество; $x_i \text{ норм}$, $x_j \text{ норм}$ – нормативные значения i , j -го показателей качества для сильной пшеницы; q_i , q_j – доли влияния i , j -го показателей качества на сопряжённую изменчивость базовых показателей; p , t – число показателей качества соответственно, с возрастанием величины которых качество сорта возрастает или уменьшается.

$$\text{И}_\phi = \sum_{i=1}^p (x_i/x_{i \text{ норм}}) \times q_i + (x_{4 \text{ норм}}/x_4) \times q_4,$$

где x_i – фактическое значение i -го показателя качества – компонента фаринограммы; x_4 – показатель разжижения теста; q_i , q_4 – доли влияния компонентов фаринограммы на сопряжённую изменчивость показателей качества.

Данные обработаны методом корреляционного анализа⁷ с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты исследований. Урожайность и её стабильность обусловлена параметрами агробиоценоза, которые, в свою очередь, зависят от взаимодействия растений с агроэкологическими факторами. Установлено, что тепло- и влагообеспеченность относятся к основным экологическим факторам, оказывающим существенное влияние на рост и развитие пшеницы в период вегетации.

Метеоусловия вегетационного периода яровой пшеницы в годы исследований были разнообразными. Острой засухой и высокими температурами воздуха характеризовался 2018 год. Выпадение осадков в течение вегетационного периода носило неравномерный характер 51,4 мм при среднемноголетних данных 112,5 мм. Среднесуточная температура воздуха имела показатель 20,8 °С, ГТК = 0,31. Урожайность (3,33 т/га) сформировалась за счёт осенне-зимних запасов влаги в почве и редких неравномерных осадков.

¹Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата: труды по сельхозметеорологии. 1928. Вып. 20. С. 169-178.

²ГОСТ 54478-2011. Зерно. Методы определения количества и качества клейковины пшениц. М.: Стандартинформ: 2012. 23 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293792/4293792307.pdf>

³ГОСТ 26889-86. Продукты пищевые и вкусовые. Общие указания по определению содержания азота методом Кельдаля. М.: Стандартинформ, 2010. 8 с. URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4294827/4294827626.pdf>

⁴ГОСТ Р.51415-99. (ИСО 5530-4-91). Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Определение реологических свойств с применением альвеографа. М.: Стандартинформ, 2001. С. 14.

URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294818/4294818700.pdf>

⁵Головоченко А. П. Методика расчёта индекса качества сорта. Кинель, 1999. 36 с.

⁶Васильчук Н. С. Оценка реологических свойств крупки твёрдой пшеницы на фаринографе. Тез.докл. НПК «Проблемы повышения качества зерна». Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 1997. С. 16-19.

⁷Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов. М., 1985. 351 с.

В 2016 и 2020 годах сложились наиболее благоприятные погодные условия для развития растений яровой пшеницы – ГТК = 1,1 и 1,11, урожайность составила 1,54 и 2,70 т/га соответственно, 2017, 2019 и 2021 годы характеризовались засухой с разной интенсивностью её проявления – ГТК = 0,78, 0,80 и 0,85 соответственно (урожайность 3,10, 4,89 и 2,95 т/га).

За шестилетний период исследований в температурном режиме были отмечены значительные изменения. Среднесуточная температура воздуха (19,0 °C), по сравнению со среднемноголетней, повысилась на 0,7 °C, с варьированием по месяцам от 0,1 до 2,7 °C. Зависимость продуктивности от погодных условий подтверждается и результатами корреляционного анализа (табл. 1).

Таблица 1 – Коэффициенты корреляции урожайности сортов яровой мягкой пшеницы со среднемесячной температурой воздуха, количеством осадков и ГТК (2016-2021 гг.) /
Table 1 – Correlation coefficients between the yield of spring wheat varieties and the average monthly air temperature, precipitation and HTC (2016-2021)

Коррелирующие признаки / Correlating features		Коэффициент корреляции / Correlation coefficient
Среднемесячная температура воздуха / Average monthly air temperature	Май / May	-0,495±0,131***
	Июнь / June	-0,518±0,128***
	Июль / July	-0,382±0,139*
	Август / August	-0,342±0,139*
Осадки / Precipitation	Май / May	0,185±0,148
	Июнь / June	0,509±0,130***
	Июль / July	0,336±0,142*
	Август / August	0,342±0,139*
ГТК / HTC	Май / May	0,129±0,149
	Июнь / June	0,552±0,126***
	Июль / July	0,453±0,134**
	Август / August	0,435±0,136**

* Значимо при $P \leq 0,05$; ** при $P \leq 0,01$; *** при $P \leq 0,001$ /

* Significant at $P \leq 0.05$; ** at $P \leq 0.01$; *** at $P \leq 0.001$

Влияние температурного режима на продуктивность и качество зерна яровой мягкой пшеницы неоспоримо, поэтому при оценке тепловых ресурсов принимается во внимание биологическая потребность растений в тепле и сумма активных температур вегетационного периода. Температура влияет на все жизненные функции растений. Понижение температуры воздуха приводит к обогащению растений растворимыми углеводами, более мощному развитию вегетативной массы и лучшему использованию минеральных элементов, а её повышение ухудшает условия углеродного питания, что оказывает влияние на накопление белка в зерне.

Максимальная урожайность генотипа возможна при конкретном оптимальном температурном режиме. Для развития зерновки температура воздуха при благоприятном воздействии других факторов, и особенно интен-

сивности освещения и увлажнения, должна находиться в пределах 15-20 °C. Дальнейший рост температуры (до 25 °C) приводит к старению ассимиляционного аппарата верхней части растения, затем происходит ослабление накопления продуктов ассимиляции и перевода их в зерновки, что ведёт к уменьшению урожайности и мукомольных качеств [17].

Из данных таблицы 1 видно, что между урожайностью и среднесуточной температурой за период «посев-восковая спелость» получена отрицательная корреляционная связь. Наиболее существенной она отмечена в июне $r = -0,518 \pm 0,128$ (выход в трубку), который считается критическим периодом в онтогенезе яровой пшеницы, а чуть слабее в августе $r = -0,342 \pm 0,139$.

Наблюдения за режимом увлажнения в период исследований позволило выявить изменения распределения количества осадков

по месяцам в сравнении со среднегодовыми значениями. В среднем за период вегетации яровой пшеницы выпало 138,7 мм осадков. Минимальный показатель отмечен в 2018 году – 51,4 мм, максимальный в 2020 году – 185,7 мм при среднегодовой норме 193,4 мм. Распределение их по межфазным периодам развития яровой пшеницы носило неравномерный характер.

Осадки и ГТК мая не оказывали существенного влияния на формирование урожайности $r = 0,185 \pm 0,148$ и $r = 0,129 \pm 0,149$. Очень важным в отношении влагообеспеченности является период «кущение-колошение» яровой мягкой пшеницы. В это время проходит кущение растений (третий этап органогенеза – сегментация колосового стержня) и особенно важная фаза трубкования (спорогенез и гаметогенез).

Недостаток влаги в данный период отрицательно сказывается на развитии растений.

Взаимосвязи урожайности с осадками и ГТК носили положительный характер. Средняя достоверная корреляция урожайности с осадками и ГТК за июнь сложилась $r = 0,509 \pm 0,130$ и $r = 0,552 \pm 0,126$ соответственно.

Со всеми другими периодами была выявлена слабая связь. Полученные корреляционные зависимости указывают на то, что урожайность яровой пшеницы в большей степени зависит от распределения количества осадков по периодам вегетации (период «всходы-колошение»), температурного режима и т. д., чем от общего количества осадков.

Рассчитаны парные коэффициенты корреляции погодных условий с показателями качества зерна яровой мягкой пшеницы (табл. 2).

Таблица 2 – Корреляция показателей качества зерна яровой мягкой пшеницы с урожайностью и агроклиматическими факторами, 2016-2021 гг. /

Table 2 – Correlation of grain quality indicators of spring soft wheat with yield and agro-climatic factors (2016-2021)

Показатель / Indicator	Содержание в зерне / Content in grain		Индекс качества сорта / Variety quality index	Индекс фаринограммы теста / Pharynogram index of the flour	Сила муки / Flour strength
	клейковины / gluten	белка / protein			
Урожайность / Yield	-0,758±0,098***	-0,782±0,094***	0,402±0,138**	0,423±0,136**	0,354±0,141**
Температура / Temperature					
Май / May	0,105±0,150	0,097±0,150	0,556±0,125**	0,515±0,128**	0,475±0,132**
Июнь / June	0,114±0,148	0,103±0,150	0,403±0,138*	0,472±0,132**	0,412±0,137**
Июль / July	0,845±0,081***	0,902±0,065***	0,236±0,146	0,198±0,147	0,214±0,142
Август / August	0,858±0,080***	0,898±0,075***	0,222±0,147	0,168±0,149	0,228±0,147
Осадки / Precipitation					
Май / May	-0,575±0,125**	-0,512±0,128**	-0,058±0,150	-0,025±0,152	-0,036±0,151
Июнь / June	0,495±0,131***	-0,458±0,138**	-0,038±0,152	-0,039±0,152	-0,048±0,150
Июль / July	-0,025±0,153	-0,038±0,153	-0,325±0,142*	-0,310±0,144*	-0,319±0,143*
Август / August	-0,045±0,152	-0,031±0,153	-0,323±0,142*	-0,318±0,144*	-0,325±0,142*
ГТК / HTC					
Май / May	-0,682±0,110***	0,552±0,125**	0,108±0,150	-0,045±0,150	0,057±0,150
Июнь / June	0,585±0,122***	0,510±0,130***	0,084±0,148	-0,055±0,150	0,067±0,144
Июль / July	-0,015±0,135	-0,026±0,153	-0,458±0,134**	-0,423±0,136*	-0,410±0,137*
Август / August	-0,025±0,153	-0,039±0,152	-0,429±0,136*	-0,445±0,135*	-0,411±0,135*

* Значимо при $P \leq 0,05$; ** при $P \leq 0,01$; *** при $P \leq 0,001$ /

* Significant at $P \leq 0.05$; ** at $P \leq 0.01$; *** at $P \leq 0.001$

Подтверждена достоверная отрицательная корреляция между урожайностью и содержанием белка и клейковины в зерне: $r = -0,758 \pm 0,098$ и $r = -0,782 \pm 0,094$ соответственно. Содержание белка и клейковины в зерне имели между

собой корреляционную связь, близкую к единице – $r = 0,945 \pm 0,055$. Доподлинно известно, что урожайность зависит от продуктивности растений, которая в свою очередь складывается из массы зерновок, находящихся, в основном,

в эндосперме. При оптимальных условиях максимальное количество питательных веществ преобразуется в крахмал эндосперма, что приводит к понижению величины белка в зерне пшеницы. Высокий температурный режим и недостаток влаги в период налива зерна тормозят нормальную деятельность ассимиляционного аппарата растения и в то же время усиливают процесс дыхания и расход углеводов, что приводит к накоплению белка в зерне.

По нашим данным, содержание белка и клейковины в зерне имели отрицательную связь с выпадением осадков на протяжении всего роста и развития растений пшеницы. Значимая связь, близкая к функциональной, была отмечена между содержанием белка и клейковины в зерне со среднесуточной температурой воздуха в период налива зерна в июле $r = 0,845 \pm 0,081$ и $0,902 \pm 0,065$, в августе $r = 0,858 \pm 0,080$ и $0,898 \pm 0,075$ соответственно.

Содержание белка и клейковины в зерне имели низкую корреляционную связь, близкую к нулю, с силой муки, индексами качества сорта и фаринограммы теста.

Отмечена слабая взаимосвязь урожайности с силой муки, индексами качества сорта и фаринограммы теста ($r = 0,354 \pm 0,141$, $0,402 \pm 0,138$ и $0,423 \pm 0,136$ соответственно). Это говорит о том, что с повышением урожайности качество зерна, хотя и в слабой степени, но возрастает.

Средняя положительная связь силы муки, индексов качества сорта и фаринограммы теста была выявлена со среднесуточной температурой мая и июня, низкая – со среднесуточной температурой июля и августа.

Осадки и высокий показатель ГТК во вторую половину вегетации снижали индексы качества сорта и фаринограммы теста, силу муки. Эта зависимость характеризовалась слабой отрицательной связью – от $r = -0,310 \pm 0,144$ до $r = -0,458 \pm 0,134$.

Заключение. Таким образом, важную роль в формировании урожая яровой мягкой пшеницы и его качества в условиях лесостепи Среднего Поволжья играет температурный фон, который действует на все жизненные функции растений. Коэффициент корреляции урожайности со среднесуточной температурой воздуха носил отрицательный характер, наиболее высокие значения отмечены в период «кущение-колошение».

Положительная связь урожайности выявлена с осадками и гидротермическим коэффициентом. Наибольшее значение связь имела в июне, в другие месяцы она была слабее. Это указывает на то, что продуктивность яровой мягкой пшеницы зависит от распределения осадков по фазам развития яровой пшеницы, от температуры воздуха в фазы активной вегетации, а также в период налива и созревания зерна.

На формирование содержания белка и клейковины в зерне яровой мягкой пшеницы оказали влияние количество осадков в период вегетативной стадии развития растений (май, июнь), температура воздуха – в период репродуктивной стадии (июль, август). На другие показатели качества – индексы качества сорта и фаринограммы теста, силы муки – существенное влияние оказали среднесуточная температура в первую стадию развития растений пшеницы и во вторую – количество осадков и гидротермический коэффициент.

Список литературы

1. Гончаренко А. А. Экологическая устойчивость сортов зерновых культур и задачи селекции. Зерновое хозяйство России. 2016;(3(43)):31-37. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26642951>
2. Амунова О. С., Волкова Л. В., Зуев Е. В., Харина А. В. Исходный материал для селекции яровой пшеницы в условиях Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(5):661-675. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.661-675>
3. Šramková Z., Gregová E., Šturdika E. Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. Acta Chimica Slovaca. 2006;2(1):115-138.
4. Некрасова О. А., Подгорный С. В., Скрипка О. В., Самофалов А. П., Громова С. Н., Чернова В. Л., Кравченко Н. С. Результаты изучения селекционных линий озимой мягкой пшеницы в конкурсном сортоиспытании по урожайности и качеству зерна. Зерновое хозяйство России. 2019;(2):32-34. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-62-2-32-37>
5. Некрасова Е. И., Марченко Д. М., Иванисов М. М., Рыбась И. А., Гричаникова Т. А., Романюкина И. В., Копусь М. М. Оценка урожайности и качества зерна сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Ростовской области. Таврический вестник аграрной науки. 2019;(4(20)):79-85. DOI: <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2019-4-20-79-85>

6. Кочетов В. К. Сорт озимой пшеницы – основной фактор увеличения продуктивности и получения зерна и муки заданного качества. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2012;(75):1025-1036.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17305519>
7. Кондратенко Е. П., Егушова Е. А. Сравнительная характеристика урожайности и качества сортов яровой пшеницы на серых лесных почвах. Вестник КрасГАУ. 2016;(6):105-112.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26178709>
8. Kucerova J. Some correlations between parameters of winter wheat technological quality/ Acta Univ. Agr. Silvicult. Mendelianae – Brunensis. 2006;54(1):23-29. DOI: <https://doi.org/10.11118/actaun200654010023>
9. Nikotra A. B., Atkin O. K., Bonser S. P., Davidson A. M., Finnegan E. J., Mathesius U., Poot P., Purugganan M. D., Richards C. L., Valladares F., van Kleunen M. Plant phenotypic plasticity in a changing climate. Trends Plant Sci. 2010;15(12):684-692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>
10. Кривобочек В. Г. Итоги и перспективы селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья. Пенза: Пензенский ГАУ, 2018. 180 с.
11. Галеев Р. Р., Самарин И. С., Андреева З. В. Влияние погодных условий на урожайность и качество мягкой яровой пшеницы в интенсивном земледелии лесостепи Новосибирского Приобья. Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2017;(4(45)):9-15.
Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32273946>
12. Никулин А. Ф., Кадиков Р. К., Исмагилов Р. Р. Отзывчивость сортов яровой мягкой пшеницы на изменения условий вегетации. Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2012;(4):7-11. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18293838>
13. Самофалова Н. Е., Дубинина О. А., Самофалов А. П., Иличкина Н. П. Роль метеофакторов в формировании продуктивности озимой твердой пшеницы. Зерновое хозяйство России. 2019;(5):18-23.
DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23>
14. Евдокимов М. Г., Юсов В. С., Пахотина И. В. Зависимость урожайности и качества зерна твердой яровой пшеницы от метеорологических факторов в южной лесостепи Западной Сибири. Зерновое хозяйство России. 2020;(5):26-31. DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-71-5-26-31>
15. Чекмарев В. В. Погодные условия и урожайность яровой пшеницы. Зерновое хозяйство России. 2012;(1):27-29.
16. Шаболкина Е. Н., Чичкин А. П. Влияние условий выращивания на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы в степном Заволжье. Зерновое хозяйство России. 2012;(1):55-59.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17574692>
17. Захарова Н. Н., Захаров В. Г. Посевные качества и полевая всхожесть семян яровой мягкой пшеницы. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2016;(4(36)):17-23.
Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27632768>

References

1. Goncharenko A. A. Ecological stability of grain crop varieties and tasks of breeding. Zernovoe khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia. 2016;(3(43)):31-37. (In Russ.).
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26642951>
2. Amunova O. S., Volkova L. V., Zuev E. V., Kharina A. V. Source for the breeding of soft spring wheat in the conditions of Kirov region. Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(5):661-675. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.661-675>
3. Šramková Z., Gregová E., Šturdík E. Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. Acta Chimica Slovaca. 2006;2(1):115-138.
4. Nekrasova O. A., Podgornyy S. V., Skripka O. V., Samofalov A. P., Gromova S. N., Chernova V. L., Kravchenko N. S. The study results of productivity and grain quality of the breeding lines of winter soft wheat in the competitive variety-testing. Zernovoe khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia. 2019;(2):32-37. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-62-2-32-37>
5. Nekrasova E. I., Marchenko D. M., Ivanisov M. M., Rybas I. A., Grichanikova T. A., Romanyukina I. V., Kopus M. M. Estimation of productivity and grain quality of winter soft wheat varieties in the Rostov region. Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki = Taurida herald of the agrarian sciences. 2019;(4(20)):79-85. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.33952/2542-0720-2019-4-20-79-85>
6. Kochetov V. K. Variety of winter wheat – the principal factor in increasing productivity and obtaining a given grain and flour quality. Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University. 2012;(75):1025-1036. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17305519>
7. Kondratenko E. P., Egushova E. A. Comparative characteristics of yield and grain quality of spring wheat varieties on gray forest soils. Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU. 2016;(6):105-112. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26178709>

8. Kucerova J. Some correlations between parameters of winter wheat technological quality/ Acta Vniv. Agr. Silvicult. Mendeliana – Brunensis. 2006;54(1):23-29. DOI: <https://doi.org/10.11118/actaun200654010023>
9. Nikotra A. B., Atkin O. K., Bonser S. P., Davidson A. M., Finnegan E. J., Mathesius U., Poot P., Puruganan M. D., Richards C. L., Valladares F., van Kleunen M. Plant phenotypic plasticity in a changing climate. Trends Plant Sci. 2010;15(12):684-692. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008>
10. Krivobochech V. G. Results and prospects of spring soft wheat breeding in the forest-steppe of the Middle Volga region. Penza: Penzenskiy GAU, 2018. 180 p.
11. Galeev R. R., Samarin I. S., Andreeva Z. V. Influence of climate conditions on the crop yield and quality of spring wheat in intensive farming of the forest-steppe of Novosibirsk Ob zone. Vestnik NGAU (Novosibirskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet) = Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University). 2017;(4(45)):9-15. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32273946>
12. Nikulin A. F., Kadikov R. K., Ismagilov R. R. Responsiveness of the sorts of soft spring wheat to changes of vegetation conditions. Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik Bashkir State Agrarian University. 2012;(4):7-11. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18293838>
13. Samofalova N. E., Dubinina O. A., Samofalov A. P., Ilichkina N. P. The meteorological factors' part in winter durum wheat productivity formation. Zernovoe khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia. 2019;(5):18-23. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2019-65-5-18-23>
14. Evdokimov M. G., Yusov V. S., Pakhotina I. V. Correlation between productivity and grain quality of spring durum wheat and meteorological factors in the southern forest-steppe of the Western Siberia. Zernovoe khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia. 2020;(5):26-31. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31367/2079-8725-2020-71-5-26-31>
15. Chekmarev V. V. Weather conditions and productivity of spring wheat. Zernovoe khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia. 2012;(1):27-29. (In Russ.).
16. Shabolkina E. N., Chichkin A. P. Effect of fertilizers on the protein content of spring wheat and its yielding capacity under the conditions of mid. Povolzh'ye. Zernovoe khozyaystvo Rossii = Grain Economy of Russia. 2012;(1):55-59. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17574692>
17. Zakharova N. N., Zakharov V. G. Seeding qualities and field germination of spring soft wheat seeds. Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2016;(4(36)):17-23. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27632768>

Сведения об авторе

✉ **Дёмина Ирина Фёдоровна**, кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, Пензенский НИИСХ – обособленное подразделение ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», ул. Мичурина, 1«Б», р. п. Лунино, Пензенская обл., Российская Федерация, 442731, e-mail: info.pnz@fncl.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0118-5492>, e-mail: deminaif@mail.ru

Information about the author

✉ **Irina F. Demina**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, the Laboratory of Selection Technologies, separate subdivision, Penza, Research Institute for Federal Scientific Center for Bast Fiber Crops, Michurin str., 1«B», Lunino settlement, Penza region, Russian Federation, 442731, e-mail: info.pnz@fncl.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0118-5492>, e-mail: deminaif@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author