



Влияние гидротермических условий Кировской области на продуктивность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости

© 2023. Л. В. Волкова ✉

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», г. Киров, Российская Федерация

Проведен мониторинг метеорологических условий за период «май-август» в Кировской области (Волго-Вятский регион) с 2008 по 2022 год, установлен возрастающий тренд суммы осадков и значений гидротермического коэффициента (ГТК) и нисходящий – суммы эффективных температур. На примере ранних сортов (Ирень, Баженка) и среднеспелых (Приокская, Симбирцит, Маргарита, Каменка) сортов яровой пшеницы определен уровень и направление изменчивости основных хозяйственно ценных признаков при изменении значений ГТК. У ранних сортов с увеличением ГТК вегетационного периода существенно снижались содержание белка и клейковины в зерне, возрастали: урожайность, продолжительность вегетации, высота растений, плотность колоса, масса 1000 зерен, густота продуктивного стеблестоя, натура зерна и показатель глютен-индекса. Элементы продуктивности колоса были максимально выражены в оптимальные по влагообеспеченности годы. Реакция среднеспелых сортов была схожей по большинству признаков, за исключением числа зерен в колосе, массы зерна с колоса и растения, натуры зерна. С помощью корреляционного анализа рассмотрено влияние метеорологических факторов на формирование признаков яровой пшеницы как за весь период вегетации, так и по отдельным месяцам. Выявлена высокая зависимость продолжительности вегетационного периода и содержания белка в зерне от суммы эффективных температур за май-август ($r = 0,64 \dots 0,77$). Количество осадков вносило существенный вклад в формирование признаков лишь в критические фазы развития растений. Анализ уравнений регрессии, полученных с использованием 11 переменных (факторы погоды по месяцам) при объеме временной выборки 15 лет, показал, что повышение суммы осадков июня на 10 мм приводит к повышению урожайности в среднем на 0,13...0,14 т/га, а снижение среднесуточной температуры августа на 1 °С – к повышению урожайности на 0,23...0,26 т/га. Продолжительность вегетационного периода сокращалась при повышении на 1 °С среднесуточной температуры июня на 2,2...2,4 дня, июля – на 2,3...3,0 дня, августа – на 1,3 дня. Содержание белка в зерне более всего зависело от среднесуточной температуры июня – с повышением на 1 °С количество белка увеличивалось на 0,85...0,87 %.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., метеорологические факторы, хозяйственно ценные признаки, изменчивость

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема № FNWE-2022-0007).

Автор благодарит рецензентов за вклад экспертную оценку работы.

Конфликт интересов: автор заявил об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Волкова Л. В. Влияние гидротермических условий Кировской области на продуктивность и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(3):377-388. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.3.377-388>

Поступила: 10.01.2023

Принята к публикации: 19.05.2023

Опубликована онлайн: 28.06.2023

The influence of hydrothermal conditions of the Kirov region on the productivity and quality of grain of spring soft wheat varieties of different ripeness groups

© 2023. Lyudmila V. Volkova ✉

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

Meteorological conditions were monitored for the period "May-August" in the Kirov region (Volga-Vyatka region) from 2008 to 2022. An increasing trend of the sum of precipitation and hydrothermal coefficient (HTC) values and a descending trend of the sum of effective temperatures was established. By the example of early-ripening (Iren, Bazhenka) and middle-ripening (Priokskaya, Simbirsit, Margarita, Kamenka) varieties of spring wheat, the level and direction of variability of the main agronomic traits by changing the values of the HTC have been determined. In early-maturing varieties with an increase in the HTC of the growing season the content of protein and gluten in the grain significantly decreased, and the following increased: yield, duration of vegetation, plant height, ear density, mass of 1000 grains, density of the productive stem, the nature of the grain and the indicator of the gluten index. The elements of ear productivity were maximally expressed in the years optimal in terms of moisture. The reaction of medium-ripened varieties was similar according to the greater number of traits, except for the number of grains per ear, the weight of the grain per ear and the plant, the nature of the grain. By means of the correlation analysis, the influence of meteorological factors on the development of traits of spring wheat both for the entire growing season and for individual months has been studied. A high dependence of the duration of the growing season and the protein content in the grain on the sum of effective temperatures for May-August ($r = 0.64 \dots 0.77$) was revealed. The amount of precipitation made a significant contribution to the formation of traits only in critical phases of plant development.

The analysis of regression equations obtained using 11 variables (weather factors by months) with a time sample size of 15 years showed that an increase in the amount of precipitation in June by 10 mm led to an increase in yield by an average of 0.13...0.14 t/ha, and a decrease in the average daily temperature of August by 1 °C provided an increase in yield by 0.23...0.26 t/ha. The duration of the growing season decreased in June by 2.2...2.4 days with 1 °C increase in the average temperature; in July – by 2.3...3.0 days; in August – by 1.3 days. The protein content in the grain most of all depended on the average daily temperature in June, with of 1 °C increase the amount of protein raised by 0.85...0.87 %.

Keywords: *Triticum aestivum* L., meteorological factors, agronomic traits, variability

Acknowledgments: 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 the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme No. FNWE-2022-0007).

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

Conflict of interest: the author stated no conflict of interest.

For citations: Volkova L. V. The influence of hydrothermal conditions of the Kirov region on the productivity and quality of grain of spring soft wheat varieties of different ripeness groups. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(3):377-388. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.3.377-388>

Received: 10.01.2023

Accepted for publication: 19.05.2023

Published online: 28.06.2022

В последние годы усилился интерес к оценке климатических рисков при возделывании основных продовольственных культур. Изменения климата на территории России за 36-летний период (1976–2012 гг.) неодинаково повлияли на производство сельскохозяйственных культур в разных зонах¹. К факторам, благоприятным для роста и развития растений на севере страны, можно отнести увеличение теплообеспеченности и продолжительности вегетационного периода, улучшение условий перезимовки, повышение запасов органического углерода в пахотных почвах [1]. Изменения увлажненности территории также в целом положительно сказываются на аграрном производстве в большинстве сельскохозяйственных регионов. Вследствие этого, возможен устойчивый рост продуктивности сельского хозяйства в России до середины XXI в. [2]. Негативным последствием наблюдаемого потепления климата является повышение его засушливости в южных регионах России, смещение границ ареалов и зон массового размножения вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных растений. Косвенный эффект глобального потепления заключается также в возрастании водопотребления растений из-за повышенной транспирации, что в конечном итоге может ограничивать их продуктивность.

Изучение изменчивости агроклиматических факторов помогает корректировать стратегию производства и прогнозировать продуктивность сельскохозяйственных культур на конкретной территории. В Волго-Вятском регионе России (Кировская область) проведены исследования, в которых установлен устойчивый положительный тренд среднегодовой температуры воздуха со скоростью 0,39 °C/10 лет.

Два последних десятилетия отмечены как самые теплые за 50 лет с температурой воздуха, превышающей климатическую норму на 0,7...2,6 °C. [3]. При этом потепление в Кировской области формируется за счет зимних месяцев, летний же период отличается слабым ростом температуры воздуха. По данным Ю. П. Переведенцева с соавт. [4], на большей части территории Кировской области за 1966...2004 гг. выросло количество годовых сумм осадков, в основном за счет осадков теплого периода. Указанные изменения можно рассматривать как позитивные, поскольку ведут к ослаблению суровости климата. К негативным факторам следует отнести избыточное увлажнение, возврат заморозков в ранневесенний период, усиление частоты и интенсивности экстремальных явлений, включая вторжение холодных воздушных масс с севера, волны тепла, сильные ливни и другие.

Яровая пшеница, в сравнении с другими зерновыми культурами, отличается повышенной требовательностью к условиям произрастания и высокой вариабельностью урожаев, поэтому оценке влияния метеорологических факторов на ее развитие посвящено много работ. Обнаружена высокая зависимость продолжительности вегетационного периода от температурного режима [5]. Практически все авторы отмечают сильные корреляции между погодными условиями в период трубкования и урожайностью яровой пшеницы: обратная с температурой воздуха и прямая – с количеством осадков [3, 6, 7, 8]. Согласно исследованиям [9, 10], значительное влияние на продуктивность яровой пшеницы оказывает уровень влагообеспеченности, выраженный через гидротермический коэффициент (ГТК).

¹Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. Под ред. В. М. Катцова. СПб., 2017. 106 с. URL: <http://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2017/riski.pdf>

Для обеспечения учета возможных последствий изменения климата в сельском хозяйстве необходимо решить задачи по прогнозированию возможной изменчивости продуктивности культурных растений, созданию моделей и разработке направлений селекции сортов, способных адаптироваться к новым условиям и эффективно использовать водные, тепловые и световые ресурсы [11, 12].

Цель исследования – выявить влияние метеорологических факторов 2008...2022 гг. в Кировской области на продолжительность вегетационного периода, урожайность, структуру продуктивности и качество зерна сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости.

Новизна исследований – проведена оценка воздействия лимитирующих погодных факторов на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Кировской области.

Материал и методы. Опыт закладывали в двупольном севообороте «яровая пшеница-чистый пар» с использованием районированных сортов раннеспелой группы (Ирень, Баженка) и среднеспелой группы (Приокская, Симбирцит, Маргарита, Каменка). Площадь делянки в питомнике конкурсного сортоиспытания 13,5 м², повторность четырехкратная, норма высева – 6 млн всхожих семян/га. Почва опытного участка типичная для региона (дерново-подзолистая среднесуглинистая, рН 4,8-5,2; содержание гумуса низкое – 2,0 % (по Тюрину, ГОСТ 26213-91), подвижного фосфора высокое – 191 мг/кг почвы, обменного калия повышенное – 130 мг/кг (по Кирсанову, ГОСТ 26207-91). Обработка почвы включала зяблевую вспашку, ранневесеннее боронование, внесение минеральных удобрений (NPK от 16 до 30 кг д. в. на 1 га), предпосевную культивацию и после-посевное прикатывание. Полевые учеты и наблюдения проводили по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур².

В работе учитывали следующие метеорологические показатели с мая по август: сумма осадков, среднемесячная температура воздуха, сумма эффективных температур воздуха выше +5 °С, гидротермический коэффициент (ГТК),

рассчитанный по Г. Т. Селянинову³. Информация о погоде получена с метеорологической станции Киров (Кировская область, Россия). Современное местоположение метеостанции: широта 58.60, долгота 49.63, высота над уровнем моря 158 м⁴. Отклонения метеорологических значений в отдельные годы приводили в сравнении с многолетними средними за исследуемый период.

Данные обрабатывали методами вариационной статистики, корреляционного и множественного регрессионного анализов с использованием пакетов программ Agros 2.07 и Microsoft Excel 2016. Для разработки уравнений регрессии использовали экспериментальные данные, полученные при изучении сортов яровой пшеницы в 2008...2022 гг. (урожайность и элементы продуктивности растения) и 2013...2022 гг. (качество зерна).

Результаты и их обсуждение. Вегетация растений начинается с даты, когда средняя суточная температура устойчиво переходит через +5 °С (биологический минимум основных сельскохозяйственных культур, в т. ч. пшеницы). Потребность растений в тепле, выраженная суммой эффективных температур выше +5 °С, рассчитана в настоящее время для всех культурных растений. В зависимости от скороспелости сорта для яровой пшеницы⁵ она находится в пределах 1300...1700 °С. Сумма эффективных температур (май-август) за 15-летний период исследования варьировала в пределах 1135...1718 °С, среднее значение составило 1420 °С. Сумма осадков за аналогичный период находилась в диапазоне от 193 до 343 мм при среднем многолетнем значении 270 мм. Если проследить тренд изменений, то количество осадков за май-август выросло в среднем с 250 до 290 мм, в то время как по сумме температур наблюдали снижение с 1460 до 1370 °С, значения ГТК выросли в среднем с 1,15 до 1,35 (рис. 1).

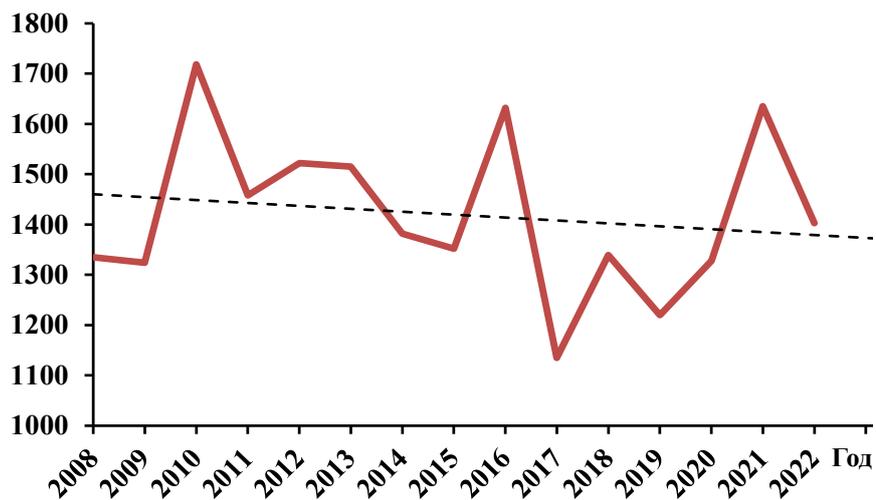
Согласно показателям гидротермического коэффициента, годы испытаний разделены на три группы: благоприятные (2008, 2011, 2012, 2015, 2018, 2019, 2020, 2022 гг.), недостаточно увлажненные (2010, 2013, 2014, 2016, 2021 гг.) и избыточно увлажненные (2009, 2017 гг.) (табл. 1).

²Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 1, 2. Под общ. ред. Федина М. А. М.: Колос, 1985. 267 с.

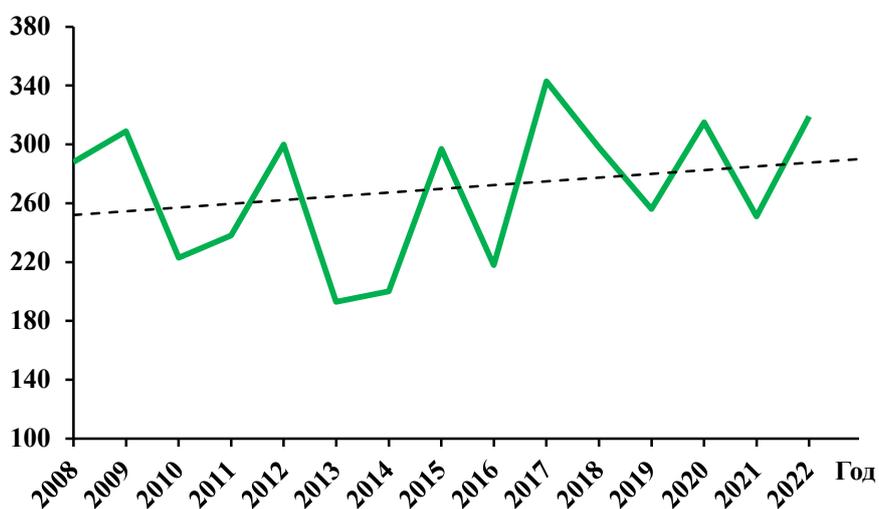
³Селянинов Г. Т. О сельскохозяйственной оценке климата. Труды по сельскохозяйственной метеорологии. Л.-М.: Гидрометеорол. изд-во, 1928. Вып. 20. С. 165-177.

⁴Погода и климат. [Электронный ресурс]. URL: www.pogodaiklimat.ru (дата обращения: 28.11.2022).

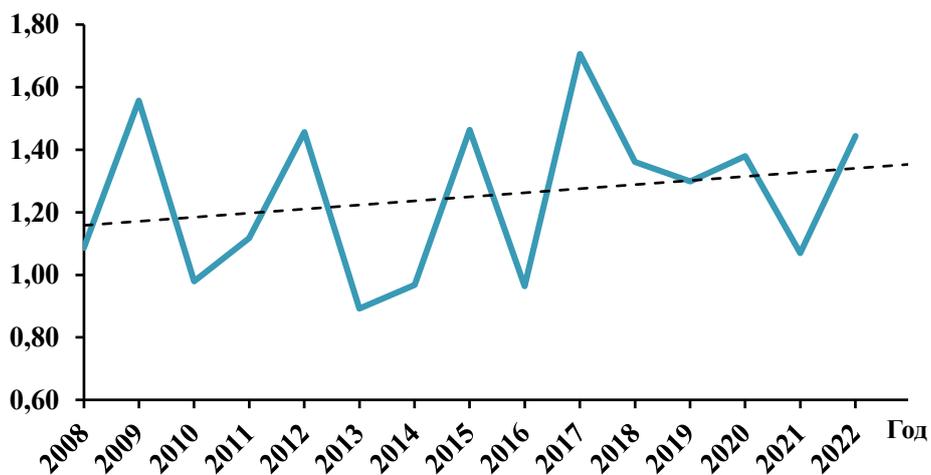
⁵Павлова М. Р. Практикум по агрометеорологии. Л.: Гидрометеоздат, 1984. 184 с.



Сумма эффективных температур >5 °C /
Sum of effective temperatures >5 °C



Сумма осадков, мм / Precipitation amount, mm



ГТК / НТС

Рис. 1. Изменение основных агрометеорологических показателей за май-август в течение 15-летнего цикла /

Fig.1. Changes in the main agrometeorological indicators for May-August during the 15-year cycle

Таблица 1 – Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от гидротермических условий вегетации (2008...2022 гг.) /

Table 1 – Yield of spring soft wheat varieties depending on hydrothermal vegetation conditions (2008...2022)

| Гидротермические условия вегетации (кол-во лет) / Hydrothermal conditions of vegetation (number of years) | Сумма эффект. $t > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ / The sum of the efficiencies $t > 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ | Сумма осадков, мм / The sum precipitation, mm | ГТК / HTC | Урожайность, т/га (отклонение от среднего, %) / Yield, t/ha (deviation from the average, %) | |
|---|---|---|-------------|---|--------------------------------|
| | | | | раннеспелые / early maturing | среднеспелые / medium-ripening |
| Благоприятные (n = 8) / Favorable years | 1220...1635 | 238...319 | 1,10...1,44 | 3,02 (+4,2) | 3,62 (+5,6) |
| Недостаточно увлажненные (n = 5) / Insufficiently hydrated years | 1382...1718 | 193...251 | 0,89...1,07 | 2,38 (-17,9) | 2,76 (-19,5) |
| Избыточно увлажненные (n = 2) / Over-hydrated years | 1135...1324 | 309...343 | 1,56...1,70 | 3,72 (+28,3) | 4,34 (+26,6) |
| Среднее многолетнее значение / Long-term average value | 1420 | 270 | 1,25 | 2,90 | 3,43 |

Применительно к производству сельскохозяйственных культур климатический риск можно определить как вероятность ожидаемых потерь урожайности, отношение числа лет с урожайностью ниже некоторого критического уровня к общему числу лет рассматриваемого периода. В Кировской области метеорологические условия характеризовались как благоприятные в 53 % случаев лет, когда ГТК варьировал в пределах 1,10...1,44, отклонение от среднего многолетнего значения составило -12,0...+15,2 %. Средняя урожайность у раннеспелых и среднеспелых сортов была на 0,12...0,19 т/га (4,2...5,6 %) выше средних многолетних значений. Процентное соотношение лет с недостаточным и избыточным увлажнением составило соответственно 33 и 13 %, при этом значения ГТК отклонялись в меньшую (на -28,8...-14,4 %) и большую (на 24,8...36,0 %) сторону от нормы. Урожайность во влажные годы повышалась на 0,82...0,91 т/га (26,6...28,3 %), в засушливые – снижалась на 0,52...0,67 т/га (17,9...19,5 %) по сравнению со среднемноголетним значением.

Сравнение средних групповых значений основных хозяйственно ценных признаков, сформированных в сходные по гидротермическим условиям годы, в одном пункте и при одинаковом уровне агротехники, позволило оценить уровень и направление их изменчивости. У раннеспелых сортов с увеличением ГТК, наряду с урожайностью, возрастали значения признаков – продолжительность вегета-

ционного периода (на 15,9 %), высота растений (на 21,3 %), плотность колоса (на 6,2 %), масса 1000 зерен (на 4,2 %), густота продуктивного стеблестоя (на 8,0 %), натура зерна (на 3,6 %), показатель глютен-индекса (на 40,2 %). Элементы продуктивности колоса и растения (длина колоса, число колосков, число зерен, масса зерна) были максимально выражены в годы, оптимальные по уровню ГТК, и незначительно снижались (на 2,0...8,2 %) в годы с недостатком или избытком осадков. Изменение гидротермического режима существенно сказывалось на содержании белка и клейковины в зерне – в засушливые годы эти показатели возрастали соответственно на 6,7 и 11,7 %, в годы с избыточным увлажнением – снижались на 23,2 и 22,6 % от средних значений (рис. 2).

Реакция на изменение условий вегетации у среднеспелых сортов была схожей по большинству признаков, за исключением некоторых показателей продуктивности колоса: число зерен и масса зерна с колоса и растения имели тенденцию к увеличению с ростом ГТК (на 13,9...26,6 %), изменений массы 1000 зерен не наблюдали, натура зерна уменьшилась на 3,2 % (рис. 3).

При анализе значений признаков в условиях каждого года можно отметить, что максимальную урожайность сорта показали в 2009 году при ГТК = 1,56 (125 % к средней многолетней). Потенциал раннеспелых сортов в условиях Кировской области составил 4,69 т/га (Ирень), у среднеспелых – 5,12 т/га (Приокская) (табл. 2).

В жарком и засушливом 2016 году (ГТК = 0,96) урожайность снизилась до минимальных значений – 1,25 т/га у раннеспелого сорта Баженка и до 1,93 т/га – у среднеспелого сорта

Симбирцит. Соотношение максимальной и минимальной урожайности за годы исследований у раннеспелых и среднеспелых сортов составило соответственно 3,8 и 2,6.

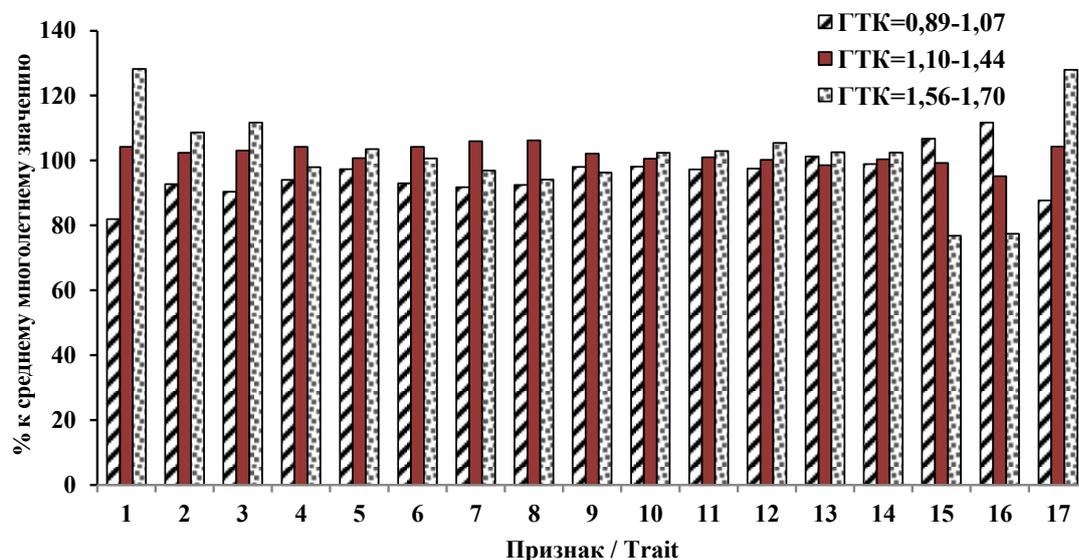


Рис. 2. Изменение хозяйственно ценных признаков у раннеспелых сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от уровня ГТК вегетационных периодов, % к среднему многолетнему значению. Признаки: 1 – урожайность; 2 – продолжительность вегетационного периода; 3 – высота растений; 4 – длина колоса; 5 – плотность колоса; 6 – число колосков в колосе; 7 – число зерен в колосе; 8 – масса зерна с колоса; 9 – масса зерна с растения; 10 – масса 1000 зерен; 11 – число растений на 1 м²; 12 – число колосьев на 1 м²; 13 – продуктивная кустистость; 14 – натура зерна; 15 – содержание белка в зерне; 16 – содержание клейковины в зерне; 17 – глютен-индекс /

Fig. 2. Change of agronomic traits in early-maturing varieties spring soft wheat depending on the level of HTC of growing seasons, % to the average long-term value. Traits: 1 – yield; 2 – duration of the growing season; 3 – plant height; 4 – ear length; 5 – ear density; 6 – number of spikelets in the ear; 7 – number of grains in the ear; 8 – grain weight from the ear; 9 – grain weight from the plant; 10 – weight of 1000 grains; 11 – number of plants per 1 m²; 12 – number of ears per 1 m²; 13 – productive bushiness; 14 – nature of grain; 15 – protein content in grain; 16 – gluten content in grain; 17 – gluten index

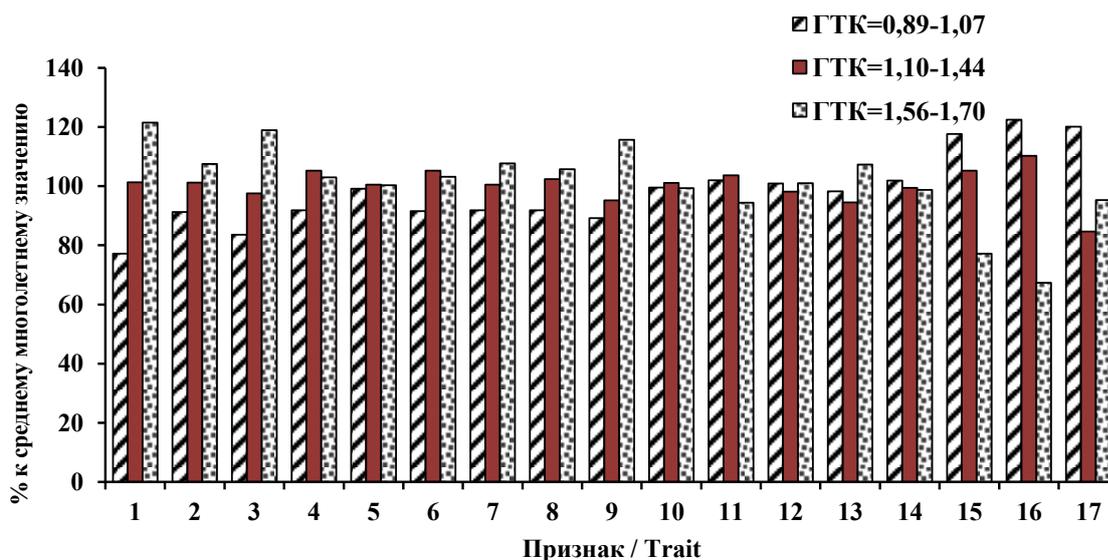


Рис. 3. Изменение хозяйственно ценных признаков у среднеспелых сортов яровой мягкой пшеницы в зависимости от уровня ГТК вегетационных периодов, % к среднему многолетнему значению. Номера признаков соответствуют рисунку 2 /

Fig. 3. Change of agronomic traits in medium-ripening varieties spring soft wheat depending on the level of HTC of growing seasons, % to the average long-term value. Numbers of traits correspond to Fig. 2.

Колебания погоды по годам привели к значительной вариабельности ($V \geq 25,0\%$) показателей урожайности и качества зерна (клейковина, глютен-индекс). При этом у раннеспелых сортов варьирование было более высоким по урожайности, у среднеспелых – по

показателям качества зерна. Коэффициент детерминации (R^2), полученный в результате множественного регрессионного анализа, показывает, сколько процентов общей изменчивости признака обусловлено вариацией метеофакторов, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние метеорологических факторов вегетационного периода (май-август) на урожайность, элементы структуры продуктивности и качество зерна у сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости / Table 2 – Influence of meteorological factors of the growing season (May...August) on yield, elements of productivity structure and grain quality in spring soft wheat varieties of different ripeness groups

| Признак / Trait | Среднее значение / Average value | Пределы варьирования / Limits of variation | V, % | Коэффициент корреляции / Correlation coefficient (r) | | | R ² , % |
|---|----------------------------------|--|--------------|---|---|----------------|--------------------|
| | | | | сумма эффект. $t > 5\text{ }^\circ\text{C}$ / the sum of the efficiencies $t > 5\text{ }^\circ\text{C}$ | сумма осадков, мм / the sum precipitation, mm | ГТК / HTC | |
| Урожайность, т/га / Yield, t/ha | 2,90 3,43 | 1,25...4,69 1,93...5,12 | 29,9 26,5 | -0,22 -0,32 | 0,28 0,35 | 0,30 0,38 | 9,0 15,6 |
| Вегетационный период, сут / Growing season, day | 81 85 | 72...100 75...104 | 9,8 9,6 | -0,76** -0,77** | 0,39 0,36 | 0,53* 0,53* | 62,4 69,4 |
| Высота растений, см / Plant height, cm | 76,5 85,8 | 54,5...94,5 64,6...107,7 | 14,8 17,2 | -0,20 -0,55* | 0,34 0,42 | 0,28 0,42 | 12,0 31,4 |
| Длина колоса, см / Ear length, cm | 6,8 7,1 | 4,7...7,8 4,6...8,5 | 11,4 14,5 | 0,05 -0,02 | 0,29 0,29 | 0,20 0,20 | 17,8 13,1 |
| Плотность колоса / Ear density | 1,6 1,7 | 1,4...1,8 1,5...1,9 | 7,7 7,5 | -0,22 -0,08 | 0,54* 0,13 | 0,36 0,13 | 43,6 1,8 |
| Число колосков в колосе, шт. / The number of spikelets in the ear, pcs. | 12,1 12,9 | 8,4...14,6 8,2...14,9 | 13,7 12,0 | -0,07 -0,10 | 0,46 0,42 | 0,26 0,32 | 34,9 21,9 |
| Число зерен в колосе, шт. / Number of grains per ear, pcs. | 23,6 25,5 | 15,6...28,6 16,9...33,4 | 14,6 17,5 | -0,04 0,02 | 0,34 0,14 | 0,25 0,04 | 16,7 7,9 |
| Масса зерна с колоса, г / Weight of grain from the ear, g | 0,87 1,07 | 0,69...1,18 0,75...1,41 | 18,7 15,5 | -0,02 -0,21 | 0,25 0,21 | 0,23 0,22 | 9,1 5,9 |
| Масса зерна с растения, г / Grain weight per ear, g | 0,96 1,16 | 0,69...1,38 0,90...1,76 | 21,3 19,9 | 0,10 -0,19 | 0,01 0,18 | 0,04 0,24 | 3,9 6,9 |
| Масса 1000 зерен, г / Weight of 1000 grains, g | 36,7 42,3 | 32,8...44,0 34,3...51,1 | 8,7 10,7 | -0,11 -0,33 | 0,13 0,08 | 0,23 0,25 | 9,1 24,6 |
| Число растений на 1 м ² , шт. / Number of plants per 1 m ² , pcs. | 446 434 | 340...560 364...602 | 12,7 12,8 | -0,15 0,01 | 0,21 0,20 | 0,15 0,07 | 6,2 12,8 |
| Число продуктивных колосьев на 1 м ² , шт. / The number of productive ears per 1 m ² , pcs. | 460 474 | 325...566 324...618 | 14,3 14,5 | -0,27 -0,10 | 0,03 0,06 | 0,07 0,07 | 10,1 1,0 |
| Продуктивная кустистость, шт. / Productive bushiness, pcs. | 1,04 1,10 | 0,97...1,43 0,86...1,30 | 13,2 12,0 | -0,16 -0,16 | -0,23 -0,11 | -0,10 0,04 | 22,4 16,7 |
| Натура зерна, г/л / Nature of grain, g/l | 764 757 | 723...793 732...801 | 2,8 3,4 | -0,05 0,64* | 0,34 -0,13 | 0,44 -0,29 | 40,3 52,8 |
| Содержание белка в зерне, % / Protein content in grain, % | 10,5 9,2 | 9,1...13,9 6,1...13,0 | 18,6 23,6 | 0,64* 0,74* | -0,19 -0,08 | -0,28 -0,24 | 57,4 83,5 |
| Содержание клейковины в зерне, % / Gluten content in grain, % | 25,3 21,3 | 18,2...37,5 12,9...32,7 | 26,6 31,9 | 0,59 0,73* | -0,24 -0,07 | -0,29 -0,22 | 55,8 87,7 |
| Глютен-индекс, % / Gluten index, % | 73 70 | 51...96 22...95 | 25,8 27,7 | -0,47 0,10 | 0,28 -0,38 | 0,32 -0,39 | 28,5 34,7 |

Примечания: верхняя строка – раннеспелые сорта, нижняя строка – среднеспелые сорта; * значимо при $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$ / Notes: the upper line is early-ripening varieties, the lower line is medium-ripening varieties; * significant at $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$

Урожайность раннеспелых сортов была детерминирована условиями года всего на 9,0 %, у среднеспелых – на 15,6 %. Высокую вариабельность и относительно небольшой вклад метеоусловий в изменчивость можно объяснить тем, что урожайность является сложным комплексным признаком, результатом взаимодействия многих составляющих, на которые среда воздействует с неодинаковой силой и в разных, часто противоположных, направлениях в отдельных временных промежутках периода вегетации. Если же рассматривать влияние погоды в отдельные месяцы, то достоверный (при $p \leq 0,05$) положительный вклад в урожайность вносили осадки июня, т. е. в период максимального набора биомассы ($r = 0,48 \dots 0,52$), отрицательный – среднесуточная температура августа, в период налива и созревания зерна ($r = -0,57 \dots -0,62$). В целом можно отметить, что повышение уровня увлажненности сезона активной вегетации благоприятно влияло на урожайность сортов обеих групп спелости.

Содержание клейковины и ее хлебопекарные свойства (глютен-индекс) – признаки, высокая амплитуда варьирования которых была обусловлена погодными условиями соответственно на 55,8 и 28,5 % у раннеспелых сортов и на 87,7 и 34,7 % – у среднеспелых. Установлена тесная достоверная связь содержания клейковины в зерне у всех сортов с суммой эффективных температур за вегетационный период ($r = 0,59 \dots 0,73$), максимальное влияние оказывала температура воздуха в июне ($r = 0,72$). С количеством осадков за весь вегетационный период достоверной связи не найдено, но у раннеспелой группы сортов проявилась значимая отрицательная корреляция с количеством осадков в июне ($r = -0,68$) (табл. 2). По содержанию клейковины раннеспелые сорта формировали зерно на уровне ценной пшеницы (25,0 % и более) в 50 % изученных лет, среднеспелые сорта – в 30 % случаев.

Влияние температурного режима на показатель глютен-индекса у сортов разных групп спелости было неоднозначным: у раннеспелых с ростом суммы температур воздуха в целом за вегетационный период снижалось качество клейковины ($r = -0,47$), особенно сильное негативное влияние оказывала высокая температура воздуха июня ($r = -0,54$, $p \leq 0,05$) и большое количество осадков в августе ($r = -0,40$). Качество клейковины у среднеспелых сортов

в наибольшей степени зависело от погодных условий августа: температуры ($r = 0,47$) и количества осадков ($r = -0,79$, $p \leq 0,05$).

Средняя степень межсезонного варьирования ($V = 11-25$ %) была характерна для показателей габитуса растений (высота, продуктивная кустистость, длина колоса), элементов продуктивности главного колоса (длина колоса, число колосков, число зерен, масса зерна с колоса) и содержания белка в зерне. Сильное влияние на высоту растений среднеспелых сортов оказывал термический фактор, о чем свидетельствует достоверная отрицательная корреляция этого показателя с суммой температур за вегетационный период. Увеличение количества осадков за вегетационный период, как правило, благоприятно влияло на высоту растений ($r = 0,34 \dots 0,42$). В жаркие засушливые годы у сортов обеих групп спелости высота растений снижалась примерно в 1,7 раза, степень влияния условий года составила 12,0 % у раннеспелых и 31,4 % – у среднеспелых сортов.

Длина колоса определялась условиями года на 13,1...17,8 % и слабо положительно коррелировала с общей суммой осадков и уровнем ГТК. Самая тесная связь длины, числа колосков и числа зерен в колосе прослеживалась с количеством осадков в мае, в стадии «начало выхода в трубку», при этом у раннеспелых сортов она была более выражена ($r = 0,53 \dots 0,73$, $p \leq 0,05$), чем у среднеспелых ($r = 0,30 \dots 0,45$). Считается, что относительно низкая температура воздуха в этот период способствует более интенсивному формированию элементов продуктивности колоса, однако в нашем случае температурный режим не оказывал существенного влияния ($r = 0,01 \dots -0,19$). Масса зерна с колоса формируется из нескольких составляющих и является одним из главных структурных элементов урожайности. В первую половину вегетации повышение температуры воздуха и количества осадков оказывало благоприятное воздействие на этот признак ($r = 0,16 \dots 0,42$), что связано с формированием общей биомассы растений и накоплением ассимилятов. Во вторую (генеративную) фазу развития корреляция между показателями «масса зерна с колоса» и «температура воздуха» меняла знак, усиливаясь в августе у среднеспелых сортов до достоверных отрицательных значений ($r = -0,64$, $p \leq 0,05$). Количество осадков достоверно положительно влияло на массу зерна с колоса также, только у сортов средне-

спелой группы в августе ($r = 0,51$). Положительное воздействие влажной прохладной погоды августа на массу зерна среднеспелых сортов объясняется торможением процессов старения колоса и удлинением срока накопления сухого вещества, в то время как раннеспелые сорта быстро заканчивают вегетацию. В целом можно резюмировать, что на продуктивность колоса сумма эффективных температур за весь вегетационный период оказывала слабое отрицательное влияние, а сумма осадков – слабое положительное. Необходимо отметить также, что показатели продуктивности главного колоса (длина, плотность, число колосков, число зерен, масса зерна) у раннеспелых сортов в большей степени зависели от погодных условий ($R^2 = 9,1...43,6\%$), чем у среднеспелых ($R^2 = 1,8...21,9\%$). Это связано с более быстрым прохождением фаз вегетации, следовательно, большей чувствительностью к недостатку ресурсов в критические периоды развития.

Признаки, определяющие величину продуктивного стеблестоя (продуктивная кустистость, число растений и колосьев на 1 м^2) – важный структурный компонент урожайности. Количество растений зависит от всхожести семян и выживаемости растений, поэтому уровень увлажнения играл значимую положительную роль в мае ($r = 0,75, p \leq 0,05$) и среднюю отрицательную в июне и августе ($r = -0,16...-0,40$), что связано с конкуренцией растений и поражением их болезнями. Способность растений к кущению представляет собой способ регулирования густоты посева при изреживании, вызванной различными причинами. В обеих группах сортов коэффициент продуктивного кущения был снижен в благоприятные годы и повышался в условиях нетипичных лет (рис. 2, 3). Условия тепло- и влагообеспеченности за весь период значимо не влияли на густоту стеблестоя, но можно отметить достоверную связь продуктивной кустистости с осадками июня у сортов более поздних сроков созревания ($r = 0,63, p \leq 0,05$).

Накопление белка в зерне в значительной степени зависело от суммы эффективных температур за весь вегетационный период ($r = 0,64...0,74$), максимальная связь отмечена со среднесуточной температурой июня ($r = 0,79...0,85, p \leq 0,05$), при этом влияние термического фактора отмечено наибольшим у среднеспелых сортов. Количество осадков за вегетационный период практически не влияло на выраженность этого признака, небольшое

усиление корреляции отмечено с осадками июня ($r = -0,31...-0,49$). Однако эту связь можно назвать косвенной, поскольку прохладная и влажная погода в период активного вегетационного развития растений влияет на рост урожайности и, в свою очередь, на снижение содержания белка и клейковины.

К наиболее стабильным показателям, согласно коэффициенту вариации ($V \leq 10\%$), можно отнести: продолжительность вегетационного периода, плотность колоса, массу 1000 зерен и натурную массу зерна. Обнаружена сильная зависимость продолжительности вегетации как раннеспелых, так и среднеспелых сортов от суммы эффективных температур и соответственно от величины ГТК. Например, величина периода вегетации 2019 г. достигала максимальных значений (100...104 суток) при сумме эффективных температур $1220\text{ }^\circ\text{C}$, а в 2010 и 2021 гг. наблюдали сокращение периода в 1,4 раза (72...75 суток) при сумме температур $1635...1718\text{ }^\circ\text{C}$. Влияние гидротермического режима на этот признак было одним из самых значительных ($R^2 = 62,4...69,4\%$). Особенно сильное значимое ($p \leq 0,05$) воздействие на сокращение периода вегетации оказывало повышение среднесуточных температур июля ($r = -0,72...-0,76$) и августа ($r = -0,57...-0,66$). Температурный режим мая слабо влиял на продолжительность вегетации ($r = -0,17...-0,18$), в июне связь усиливалась до средних значений ($r = -0,49$). Достоверное влияние количества осадков отмечено в августе у среднеспелых сортов ($r = 0,51, p \leq 0,05$).

Масса 1000 зерен является сортовым признаком, который детерминируется в большей степени генотипом, чем условиями среды. Влияние погодных условий в нашем исследовании было невысоким у раннеспелых сортов ($R^2 = 9,1\%$) и более значительным – у сортов среднего срока созревания ($R^2 = 24,6\%$). Зависимость массы 1000 зерен от суммы эффективных температур и количества осадков за весь период вегетации была не значимой. Если отследить корреляционную связь с погодой в отдельные месяцы, можно обнаружить, что высокая температура воздуха июля весьма негативно сказывалась на крупности зерна ($r = -0,61...-0,71, p \leq 0,05$). Результатом воздействия высоких температур в фазу «налив зерна» является ускоренное старение ассимилирующих органов, уменьшение общего количества ассимилятов и следовательно массы сухого вещества зерновки.

Отмечено неодинаковое влияние условий вегетации на натурную массу зерна у сортов разных групп спелости. Раннеспелые сорта формировали более высокую натуру зерна при повышении уровня увлажнения ($r = 0,34$ – за весь период; $r = 0,29$ – за июль), а температурный режим существенно не влиял на этот показатель, у среднеспелых сортов наблюдали иную зависимость (при уровне значимости $p \leq 0,05$): данные показатели качества улучшались с ростом суммы температур за весь период вегетации ($r = 0,64$), особенно за июль и август ($r = 0,47 \dots 0,72$), и снижении количества осадков в августе ($r = -0,72 \dots -0,79$).

Большую значимость для практикующих агрономов, семеноводов и селекционеров может иметь создание системы уравнений регрессии, позволяющих прогнозировать уровень урожайности и других признаков, наиболее подверженных влиянию погоды. При проведении множественного регрессионного анализа учитывали 11 переменных с последующим сокращением тех из них, которые не оказывали существенного влияния на зависимую переменную с целью упростить модель. Анализ

полученных уравнений показал, что увеличение суммы осадков июня на 10 мм привело к повышению урожайности в среднем на $0,13 \dots 0,14$ т/га, а снижение среднесуточной температуры августа на 1°C – к повышению урожайности на $0,23 \dots 0,26$ т/га. Исходя из полученных данных испытаний 15-летнего периода, максимальная урожайность формировалась при сумме осадков июня $100 \dots 115$ мм и среднемесячной температуре августа $15 \dots 16^\circ\text{C}$. Продолжительность вегетационного периода при средних значениях $85 \dots 90$ суток формируется при среднемесячной температуре июня $15 \dots 17^\circ\text{C}$, июля $17 \dots 28^\circ\text{C}$, августа – $16 \dots 17^\circ\text{C}$. Продолжительность вегетационного периода сокращалась на $2,22 \dots 2,35$ дня при повышении на 1°C среднесуточной температуры июня; на $2,26 \dots 3,01$ дня – при повышении на 1°C среднесуточной температуры июля; на $1,29$ дня – при повышении на 1°C среднесуточной температуры августа у среднеспелых сортов. Содержание белка в зерне также существенно зависит от средней температуры июня – с повышением на 1°C количество белка может увеличиться на $0,85 \dots 0,87\%$ (табл. 3).

Таблица 3 – Зависимость хозяйственно ценных признаков (Y) яровой мягкой пшеницы от метеофакторов вегетационного периода (X) /

Table 3 – Dependence of agronomic traits (Y) of spring soft wheat on meteorological factors of the growing season (X)

| Признак / Trait | Уравнение регрессии / Regression equation | |
|--|--|--|
| | раннеспелые сорта / Early-maturing varieties | среднеспелые сорта / Medium-maturing varieties |
| Урожайность / Yield | $Y = 55,59 + 0,14X_2 - 2,26X_9$ | $Y = 67,45 + 0,13X_2 - 2,60X_9$ |
| Продолжительность вегетационного периода / The duration of the rowing season | $Y = 177,37 - 2,35X_7 - 3,01X_8$ | $Y = 186,69 - 2,22X_7 - 2,26X_8 - 1,29 X_8$ |
| Содержание белка в зерне / Protein content in grain | $Y = -3,52 + 0,85X_7$ | $Y = -5,16 + 0,87X_7$ |

Примечания: X_2 – сумма осадков июнь; X_7, X_8, X_9 – среднемесячная температура воздуха соответственно за июнь, июль, август /

Notes: X_2 – the amount of precipitation for June; X_7, X_8, X_9 – the average monthly air temperature, respectively, for June, July, August

Заключение. На основании линии тренда метеорологических наблюдений в Кировской области (май-август, 2008...2022 гг.) выявлен рост суммы осадков в среднем с 250 до 290 мм (+16,0 % к исходному значению), гидротермического коэффициента – с 1,15 до 1,35 (+17,4 %) и снижение суммы эффективных температур с 1460 до 1370 $^\circ\text{C}$ (-6,2 %). Данные изменения климатических параметров можно считать положительными для формирования большин-

ства признаков продуктивности яровой мягкой пшеницы и отрицательными – для качества зерна. У раннеспелых сортов в годы с ростом ГТК происходило снижение содержания белка и клейковины в зерне, возрастали – урожайность, продолжительность вегетационного периода, высота растений, плотность колоса, масса 1000 зерен, густота продуктивного стеблестоя, натура зерна и показатель глютен-индекса. Элементы продуктивности колоса были мак-

симально выражены в оптимальные по гидротермическому режиму годы. Реакция на изменение условий вегетации у среднеспелых сортов была схожей по большинству признаков, за исключением показателей продуктивности колоса и натурной массы зерна – число зерен и масса зерна с колоса и растения с ростом ГТК имели тенденцию к увеличению, натура зерна – к снижению. Наиболее чувствительными к погодным условиям отмечены показатели: урожайность, продолжительность вегетационного периода, высота растений, содержание белка и клейковины в зерне. Основная причина отклонений урожайности от средней многолетней – колебание суммы осадков июня и среднемесячной температуры августа. Увели-

чение продолжительности вегетационного периода в основном было обусловлено снижением суммы эффективных температур с мая по август. Сильное влияние на высоту растений оказывал термический фактор и количество осадков в вегетативный период развития. Содержание белка в значительной степени зависело от температурного режима июня. Максимальная степень варьирования выявлена у среднеспелых сортов по содержанию клейковины, у раннеспелых – по урожайности, поэтому при создании сортов, специфически приспособленных к условиям Кировской области (Волго-Вятский регион), в первую очередь необходима стабилизация этих признаков.

Список литературы

1. Суховеева О. Э., Лыскова И. В., Лыскова Т. В., Попов Ф. А. Воспроизведение динамики потоков углерода в дерново-подзолистой почве. Методы и технологии в селекции растений и растениеводстве: мат-лы VIII Международн. научн.-практ. конф. Киров: ФАНЦ Северо-Востока, 2022. С. 214-218. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=yyydob> EDN: YYYDOB
2. Немцев С. Н., Шарипова Р. Б. Влияние регионального изменения климата на продуктивность зерновых культур Ульяновской области. Современные тенденции в научном обеспечении агропромышленного комплекса: Коллективная монография. Под ред. В. В. Окоркова. Иваново: ФГБНУ "Верхневолжский федеральный аграрный научный центр", 2019. С. 20-25. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40844671> EDN: OJLDWV
3. Лыскова И. В., Суховеева О. Э., Лыскова Т. В. Влияние локального изменения климата на продуктивность яровых зерновых культур в условиях Кировской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(2):244-253. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.2.244-253> EDN: UZZUSA
4. Переведенцев Ю. П., Френкель М. О., Шаймарданов М. З. Современные изменения климатических условий и ресурсов Кировской области. Науч. ред. Э. П. Наумов. Казань: Казанский ГУ, 2010. 242 с. Режим доступа: <https://core.ac.uk/download/pdf/197368947.pdf>
5. Агеева Е. В., Леонова И. Н., Лихенко И. Е., Советов В. В. Масса зерна колоса и масса тысячи зерен как признаки продуктивности у сортов яровой мягкой пшеницы разных групп спелости в условиях лесостепи Приобья. Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;7(1):5-11. DOI: <https://doi.org/10.18699/LettersVJ2021-7-01> EDN: XLSVJV
6. Кривобочек В. Г. Итоги и перспективы селекции яровой мягкой пшеницы в лесостепи Среднего Поволжья: монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2018. 180 с.
7. Рысин И. И., Акмаров П. Б., Князева О. П. Моделирование влияния климатических факторов на урожайность зерновых культур (на материалах Удмуртии). Вестник Удмуртского университета. Серия биология. Науки о земле. 2020;30(4):465-472. DOI: <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2020-30-4-465-472> EDN: NADXBU
8. Переведенцев Ю. П., Давлятшин И. Д., Лукманов А. А., Мустафина А. Б. Прогнозирование урожайности яровой пшеницы по метеорологическим показателям на примере Тетюшского района Республики Татарстан. Вестник Удмуртского университета. Серия биология. Науки о земле. 2020;30(4):457-464. DOI: <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2020-30-4-457-464> EDN: FSMJZO
9. Иванов Д. А., Рубцова Н. Е. Адаптивные реакции сельскохозяйственных растений на ландшафтные условия Нечерноземья. Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2007. 356 с.
10. Ленточкин А. М., Бабайцева Т. А. Глобальное потепление и изменение условий ведения растениеводства в Среднем Предуралье. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(6):826-834. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.826-834> EDN: VWIIZQ
11. Образцов А. С. Потенциальная продуктивность культурных растений. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. 504 с.
12. Елисеев В. И., Сандакова Г. Н. Зависимость формирования элементов структуры урожая яровой твёрдой пшеницы от погодных факторов и минерального питания в условиях Оренбургского Предуралья. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018;(6(74)):27-29. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36716406> EDN: YSUBRR

References

1. Sukhoveeva O. E., Lyskova I. V., Lyskova T. V., Popov F. A. Reconstruction of carbon fluxes dynamics in sod-podzolic soil. Methods and technologies in plant breeding and crop production: Proceedings of VIII International scientific-practical conf. Kirov: FANTs Severo-Vostoka, 2022. pp. 214-218.
URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=yyydob>
2. Nemtsev S. N., Sharipova R. B. The influence of regional climate change on the productivity of grain crops of the Ulyanovsk region. Modern trends in scientific support of the agro-industrial complex: A collective monograph. Edited by V. V. Okorkov. Ivanovo: FGBNU "Verkhnevolzhskiy federal'nyy agrarnyy nauchnyy tsentr", 2019. pp. 20-25. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=40844671>
3. Lyskova I. V., Sukhoveeva O. E., Lyskova T. V. The influence of local climate change on the productivity of spring cereals in the Kirov region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2021;22(2):244-253. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.2.244-253>
4. Perevedentsev Yu. P., Frenkel' M. O., Shaymardanov M. Z. Modern changes in climatic conditions and resources of the Kirov region. *Nauch. red. E. P. Naumov. Kazan': Kazanskiy GU*, 2010. 242 p.
URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/197368947.pdf>
5. Ageeva E. V., Leonova I. N., Likhnenko I. E., Sovetov V. V. The ear grain weight and the thousand grain weight as productivity traits in varieties of spring bread wheat of different ripening groups in the conditions of the Priob'e steppe. *Pis'ma v Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii = Letters to the Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2021;7(1):5-11. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/LettersVJ2021-7-01>
6. Krivobochev V. G. Results and prospects of breeding spring soft wheat in the forest-steppe of the Middle Volga region: monograph. Penza: RIO PGAU, 2018. 180 p.
7. Rysin I. I., Akmarov P. B., Knyazeva O. P. Modelling of influence of climatic factors on productivity of grain crops (on materials of Udmurtiya). *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya biologiya. Nauki o zemle = Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences*. 2020;30(4):465-472. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2020-30-4-465-472>
8. Perevedentsev Yu. P., Davlyatshin I. D., Lukmanov A. A., Mustafina A. B. Prognozirovaniye urozhaynosti yarovoy pshenitsy po meteoro-logicheskim pokazatelyam na primere Tetyushskogo rayona respubliky Tatarstan. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya biologiya. Nauki o zemle = Bulletin of Udmurt University. Series Biology. Earth Sciences*. 2020;30(4):457-464. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2020-30-4-457-464>
9. Ivanov D. A., Rubtsova N. E. Adaptive reactions of agricultural plants to landscape conditions of the Non-Chernozem region. Kirov: NIISKh Severo-Vostoka, 2007. 356 p.
10. Lentochkin A. M., Babaytseva T. A. Global warming and change in the conditions of crop production practices in the Middle Cis-Urals. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2021;22(6):826-834. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.826-834>
11. Obraztsov A. S. Potential productivity of cultivated plants. Moscow: FGNU «Rosinformagrotekh», 2001. 504 p.
12. Eliseev V. I., Sandakova G. N. Dependence of formation of the yield structure elements of spring hard wheat on weather factors and mineral nutrition under the conditions of Orenburg Preduralye. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2018;(6(74)):27-29. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36716406>

Сведения об авторе

✉ **Волкова Людмила Владиславовна**, кандидат биол. наук, зав. лабораторией селекции яровой мягкой пшеницы, ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Ленина, д. 166а, г. Киров, Российская Федерация, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0837-8425>, e-mail: volkovkirov@mail.ru

Information about the author

✉ **Lyudmila V. Volkova**, PhD in Biology, Head of the Laboratory of Spring Soft Wheat Breeding, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Lenin str., 166a, Kirov, Russian Federation, 610007, e-mail: priemnaya@fanc-sv.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-0837-8425>, e-mail: volkovkirov@mail.ru

✉ – Для контактов / Corresponding author