

В.А. Лосева

*Екатерининская опытная станция – филиал ВИР
РФ, 393023, Тамбовская обл., Никифоровский р-н, с. Екатериново, ул. Парковая*

С.К. Темирбекова, доктор биологических наук, профессор

*Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии
РФ, 143050, Московская обл., Одинцовский р-н, Большие Вяземы*

Л.Ю. Новикова, доктор сельскохозяйственных наук

А.Н. Брыкова

Е.Ю. Кудрявцева

Е.В. Зуев, кандидат сельскохозяйственных наук

ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)

РФ, 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 42-44

E-mail: sul20@yandex.ru

УДК: 631.527:633.11

DOI:10.30850/vrsn/2021/5/4-10

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВОГО ИЗУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ НОВЕЙШИХ ПОСТУПЛЕНИЙ В КОЛЛЕКЦИЮ ВИР В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОГО РЕГИОНА РФ*

В 2018–2020 годах на Екатерининской ОС – филиале ВИР проведено полевое изучение 147 образцов яровой мягкой пшеницы из 17 стран. Полевые и лабораторные оценки сделаны согласно методическим указаниям ВИР. Исследована межгоддовая вариабельность основных хозяйственно ценных признаков, оценена достоверность различий сортов по этим показателям дисперсионным анализом (ANOVA). Образцы достоверно различались по урожайности, массе 1000 зерен, устойчивости к полеганию и мучнистой росе. Изучена структура выборки методом главных компонент (РСА). Главный дифференцирующий признак – урожайность, тесно положительно связанная с массой зерна главного колоса и продолжительностью вегетационного периода образца. Второй фактор – высота растения и отрицательно связанное с нею полегание. Для селекции на урожайность в условиях Тамбовской области представляют интерес образцы европейской селекции, в частности, из Великобритании, показавшие высокую урожайность в сочетании с устойчивостью к полеганию. В результате полевого изучения выявлены источники высокой озерненности и урожайности. В условиях Тамбовской области в последние десятилетия наблюдается рост температур и слабое увеличение осадков, что создает возможности выращивания более поздних, урожайных сортов.

Ключевые слова: *Triticum aestivum L.*, источники хозяйственно ценных признаков, сорт, дисперсионный анализ, метод главных компонент.

V.A. Loseva

*Yekaterinino experimental station – branch of the VIR
RF, 393023, Tambovskaya obl., Nikiforovskiy r-n, s. Yekaterinino, ul. Parkovaya*

S.K. Temirbekova, Grand PhD in Biological sciences, Professor

*All-Russian Research Institute of Phytopathology
RF, 143050, Moscovskaya obl., Odintsovskiy r-n, Bolshye Vyaz'my*

L.Yu. Novikova, Grand PhD in Agricultural sciences

A.N. Brykova

E.Yu. Kudryavtseva

E.V. Zuev, PhD in Agricultural sciences

N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR)

RF, 190000, g. Sankt-Peterburg, ul. Bol'shaya Morskaya, 42-44

E-mail: sul20@yandex.ru

RESULTS OF A SPRING SOFT WHEAT SAMPLES FIELD STUDY FROM THE NEWEST ADDITIONS TO THE VIR COLLECTION IN THE CENTRAL BLACK EARTH REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION CONDITIONS

In 2018–2020, a field study of 147 accessions of spring bread wheat from 17 countries was conducted at the Yekaterinino Experiment Station – branch of VIR. Field and laboratory assessments were carried out in accordance with the VIR guidelines. The interannual variability of the main economically valuable traits was evaluated, and the reliability of differences in accessions by these indicators was estimated using the analysis of variance (ANOVA). The structure of the sample was studied by the principal component analysis (PCA). The most varied by year were the weight of grain from the main ear and the yield. ANOVA showed that the accessions significantly differed in yield, weight of 1000 grains, resistance to lodging and powdery mildew. PCA showed that the main differentiating feature is yield, which is closely positively related to the grain weight from the main ear and the duration of the growing season of the accession.

* Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № 0662-2019-0006 «Поиск, поддержание жизнеспособности и раскрытие потенциала наследственной изменчивости мировой коллекции зерновых и крупяных культур ВИР для развития оптимизированного генбанка и рационального использования в селекции и растениеводстве» / The work was carried out within the framework of the state assignment VIR according to the thematic plan № 0662-2019-0006 «Search, maintenance of viability and disclosure of the hereditary variability potential of the VIR grain and cereal crops world collection for the developing of an optimized genebank and rational use in breeding and crop production».

The second factor is the height of the plant and the lodging negative associated with it. It was revealed that for breeding in the conditions of the Tambov region of interest are samples of European breeding, in particular, from the Great Britain, which showed high yield in combination with low height, high resistance to lodging. As a result of the field study, the sources of a high number of grains in the main ear and yield were identified. In the conditions of the Tambov region, in recent decades, there has been an increase in temperatures, precipitation also slightly increases, which creates opportunities for growing later, more productive varieties.

Key words: *Triticum aestivum L.*, sources of breeding characteristics, cultivar, analysis of variance, principal component analysis.

Мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) — одна из важнейших продовольственных культур в мире. От увеличения объема производства зерна пшеницы зависит продовольственная безопасность Российской Федерации. [4]

Посевные площади яровой пшеницы (400...500 тыс. га), как страховой культуры в Центрально-Черноземной зоне РФ (ЦЧЗ РФ), определяются сохранностью главной продовольственной культуры — озимой пшеницы (2,3 млн га). [9]

В Тамбовской области пшеница в 2019 году занимала 590,8 тыс. га, из которых яровая мягкая — 134,2 тыс. га. Урожайность культуры в регионе составила 27,8 ц/га, валовый сбор — 372 тыс. т. [13]

В ЦЧЗ РФ благоприятные почвенно-климатические условия для выращивания сильных и высокоценных по качеству зерна и муки сортов яровой пшеницы. Но в определенные периоды роста и развития растения могут испытывать негативное влияние недостатка влаги, высоких дневных температур мая и июня, сухости воздуха и других факторов. [7]

В связи с увеличением посевных площадей под яровую пшеницу в регионе необходимы новые высокоурожайные сорта. Селекционной программой по пшенице для ЦЧЗ РФ в НИИСХ Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева с 1990 года руководит кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Е.И. Малокостова. [8]

Селекционная программа есть и в ФНЦ им. И.В. Мичурина. [10] В Тамбовском НИИСХ также проводят работу по созданию новых сортов пшеницы.

В ЦЧЗ РФ к 2020 году допущено к использованию 20 сортов яровой мягкой пшеницы. [12] Среди них — пять селекции НИИСХ Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева, по два представлены Казанским научным центром РАН (Татарский НИИСХ) и Ершовской Опытной Станцией, восемь — иностранных. Выведение адаптивных сортов, устойчивых к различным стрессам, остается актуальной проблемой, тем более что набор негативных факторов, влияющих на растения, расширяется в связи с изменением климата. Только имея информацию о продуктивности, адаптивности и стабильности сорта, можно эффективно его использовать. [2]

На Екатеринбургской опытной станции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ЕОС, пос. Екатериново, Никифоровского р-на Тамбовской обл.) с 1972 года проводится систематическое полевое исследование коллекции яровой мягкой пшеницы для селекции.

Цель работы — описать результаты трехлетнего изучения образцов яровой мягкой пшеницы из новейших поступлений в коллекцию ВИР и предложить селекционерам новый исходный материал по основным направлениям селекции яровой мягкой пшеницы в ЦЧЗ РФ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В течение трех лет (2018–2020) на Екатеринбургской ОС — филиале ВИР изучили 147 образцов яровой мягкой пшеницы из 17 стран. Это новые сорта и линии, в основном из России, Казахстана и европейских стран. Иностранные образцы поступили из фирм «КВС» — 10 и «Дойче Заатверделунг» — 9 (Германия), «Селген» (Чехия) — 6, «Секобра» (Франция) — 6, Актюбинской СХОС (Казахстан) — 8 и других источников.

Образцы российской селекции представляли 20 регионов. Преобладали линии из Ленинградской области (14), созданные в отделах физиологии растений и генетики ВИРА. Из генбанка США (Национальная коллекция зерновых, г. Абердин) получено 12 местных российских сортов, собранных американскими исследователями в начале XX-го века в различных областях нашей страны. Изучали сорта ГАУ Северного Зауралья, Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина, Института цитологии и генетики СО РАН, Красноуфимского селекцентра, ООО «Агрокомплекс «Кургансемена», Поволжского НИИСС им. П.Н. Константинова, СибНИИРС, ООО «Агролига Семена», Омского ГАУ, а также научно-исследовательских институтов сельского хозяйства — Московского «Немчиновка», Северо-Востока, Самарского, Татарского, Пензенского, Ульяновского, Челябинского, Северного Зауралья, Сибирского.

По данным метеопункта Екатеринбургской опытной станции погодные условия в период изучения коллекционных образцов различались по основным показателям. Самым жарким было лето 2019 года. Среднемесячная температура в июле — 26,6°C (рис. 1А, 2-я стр. обл.). Прослеживается тенденция превышения среднемесячных температур в последние три года. Климат Тамбовской области характеризуется недостаточным увлажнением [1], что делает влагообеспеченность сезона важнейшим фактором. Наибольшее количество осадков весенне-летнего периода выпало в мае и июне 2020 года — 114 и 104 мм соответственно (рис. 1Б, 2-я стр. обл.), но в июле отмечался значительный дефицит влаги.

Полевые опыты выполняли по общепринятым правилам агротехники возделывания яровой мягкой пшеницы. Высевали образцы в оптимальные сроки (29.04.2018, 23.04.2019, 24.04.2020) сеялкой ССФК-7. Учетная площадь делянки — 1 м². Стандарт — сорт *Кутулукская* (к-54213, Самарская обл.) размещали через каждые двадцать номеров коллекции. Работу проводили согласно методическим указаниям ВИР. [11] Убирали образцы комбайном Нега 130Е.

Исследовали 13 показателей: продолжительность периодов всходы-колошение, колошение-восковая спелость, всходы-восковая спелость (вегетационный период); устойчивость к мучнистой росе, бурой

ржавчине, полеганию; высота растения; длина колоса; число колосков в колосе; число зерен в колосе; масса зерна с главного колоса; урожайность; масса 1000 зерен.

Группировка образцов по признакам (высота растения, длина колоса, озерненность колоса, масса зерна с главного колоса, масса 1000 зерен) приведена по Широкому унифицированному классификатору СЭВ рода *Triticum* L. [14] Продолжительность вегетационного периода и урожайность сгруппированы на основе многолетних данных. [6]

Сравнение сортов, групп образцов разного географического происхождения проведено дисперсионным анализом (ANOVA) с помощью критерия Тьюки HSD. Структура выборки исследована методом главных компонент (PCA). Использован пакет Statistica 13.3. В исследовании принят 5%-й уровень значимости.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравнение сортов по основным селекционным признакам. Однофакторный дисперсионный анализ показал, что по результатам трехлетних испытаний сорта достоверно различались по всем показателям, кроме продолжительности периода колошения-созревание ($p = 1,000$), длины колоса ($p = 0,316$), массы зерна с главного колоса ($p = 0,517$), то есть межгодовая вариабельность этих признаков перекрыла различия между сортами. Для характеристики устойчивости сортов к полеганию и мучнистой росе использованы минимальные значения за годы исследования. Устойчивость к бурой ржавчине наблюдали только в 2020 году, достоверность различий сортов по этому показателю не исследовали.

Период всходы-восковая спелость в условиях Тамбовской области изменялся от 73,7 дн. у линий из Ленинградской обл. – *Рифор* (к-67120) и *Рифор 6* (к-67121) до 93 дн. у сорта *Luteus* (к-67089, Германия). В среднем период составил – 83,7 дн.

Образцы с самым коротким периодом всходы-восковая спелость (73,7 дн.) входили в группу ультраскороспелых пшениц, 37 – скороспелых, 50 – среднеспелых, 49 – среднепоздних и 9 – поздних. Стандартный сорт *Кутулукская* – среднеспелый с вегетационным периодом – 84,7 дн.

Шесть образцов характеризовались наибольшей стабильностью признака всходы-восковая спелость: скороспелые – *Ботаническая 81* (к-66351, Московская обл.), *Клара* (к-66398, Кировская обл.), *ЛТ-9* (к-67123, Ленинградская обл.), среднеспелые – *KWS Buran* (к-67088, Германия), *Chasseral* (к-67114, Швейцария) и *Тюменская 34* (к-67126, Тюменская обл.).

Образец *Digana* (к-67106, Швейцария) сильно варьировал по продолжительности вегетационного периода.

Большинство российских сортов и линий были скороспелыми. Образцы из Европы входили в группу среднеспелых пшениц, Азии – позднеспелых.

Высота растений пшеницы в среднем по опыту была 86,6 см и варьировала от 43,3 у линии *ЛТ-11* (к-67124, Ленинградская обл.) до 115 см у сорта *Нива Прииртышья* (к-67133, Казахстан). В соответствии с международным классификатором СЭВ изучаемые образцы были распределены на группы: полукар-

лики (44...73 см) – 24, среднерослые (74...103) – 91, высокорослые (104...133 см) – 32. Карликов (менее 43 см) и очень высокорослых образцов (более 134 см) в наших опытах не было. Стандартный сорт *Кутулукская* – среднерослый (101,7 см).

Из группы полукарликов в наименьшей степени признак варьировал у сортов: *Olivart* (к-67069, Бельгия), *Granary* (к-67073), *KWS Alderon* (к-67074) из Великобритании, *Sensas* (к-67097, Франция) и *Trovat* (к-67112, Швейцария). Из среднерослых сортов стабильным по годам признак был у сортов *Канюк* (к-66426, Франция) и *Melon* (к-67081, Германия). Местный грузинский сорт к-66445 сильно варьировал по высоте.

Сорта и линии российского происхождения в основном представлены среднерослыми формами (62%), европейские распределялись на две группы: среднерослые (65%) и полукарлики (35%).

Высокорослыми были образцы из России, Казахстана, Грузии и Эфиопии. Наиболее высокорослыми – образцы из Казахстана (средняя высота 105,2 см), контрастны к ним по критерию Тьюки HSD низкорослые образцы европейской селекции – из Испании (50,0), Швейцарии (71,7), Великобритании (72,3), Чехии (73,6), Франции (76,4), Германии (76,5) и Швеции (78,9 см).

За три года 90 сортов (61%) показали очень высокую (9 баллов) и высокую (7) **устойчивость к полеганию**. Местные сорта Грузии, Таджикистана, Эфиопии и стандарт не были устойчивы к полеганию. Однако наличие 16 современных сортов Российской селекции, которые полегли в разной степени, показывает, что селекция на этот признак актуальна в регионе.

Устойчивость к мучнистой росе определяли только в 2018 и 2020 годах, в 2019 – поражение отсутствовало. По двухлетней оценке выявлено 16 высокоустойчивых сортов пшеницы (9 баллов): *Сибирская 21* (к-66269, Новосибирская обл.); *Boett* (к-66353), *Batalj* (к-67116), *Diskett* (к-67118), *Stilet* (к-67119) из Швеции; *Digana* (к-67106), *CH Campala* (к-67107), *Prosa* (к-67109), *Stanga* (к-67110), *Togano* (к-67111), *Chasseral* (к-67114) из Швейцарии; *Cornetto* (к-66376), *Sensas* (к-67097), *Licamero* (к-67099) из Франции; *Quintus* (к-66882, Германия); *Arabeska* (к-67093, Польша).

Устойчивость к бурой ржавчине выявляли в 2020 году. Высокоустойчивым оказался только сорт *Атлант* (к-66352, Пензенская обл.). Стандартный сорт *Кутулукская* был неустойчив к обоим болезням.

Длина колоса у образцов варьировала от 7,3 до 14,1 см (среднее – 10,4 см). Распределение образцов по длине колоса: очень длинный (более 13,6 см) – 1 (*Айна* (к-66779, Казахстан), длинный (10,6...13,5) – 56, средний (7,6...10,5) – 88, короткий (4,6...7,5 см) – 1. Образцов с очень коротким колосом не было. У стандартного сорта средняя длина колоса – 9,4 см.

Наибольшей стабильностью признака из длинноколосых пшениц характеризовалась линия *Ленса 2* (к-66380, Ленинградская обл.), средней – сорта *Волошинка* (к-66437, Омская обл.) и *Samino* (к-67083, Германия). Сильно варьировал по длине колоса местный сорт Амурской области к-66749.

Озерненность колоса – один из важных элементов структуры урожая. Среднее значение признака – 45,4 шт., у стандартного сорта низкое – 28,6 шт. Самое большое число зерен в колосе (62,9 шт.) – у сорта *KWS Alderon* (к-67074, Великобритания), он показал наибольшую стабильность признака по годам исследования.

Очень высокая озерненность колоса (более 56 шт.) была у 11 образцов (табл. 1), высокая (36...55) – 121, средняя (26...36) – 9, низкая (16...25 шт.) – 1. Таким образом, в условиях Тамбовской области изучаемые образцы имели в основном высокую озерненность колоса, особенно сорта фирмы KWS.

Масса зерна с главного колоса варьировала от низких значений (1,4 г) у образцов *Rusak* (к-66769, Воронежская обл.) и стандартного сорта до очень высоких (3,0 г) у сорта *Byron* (к-67072, Великобритания), при среднем значении признака – 2 г.

В группу с очень высокой массой зерна с главного колоса (больше 2,7 г) вошли семь образцов: *KWS Torridon* (к-66273), *Belvoir* (к-67070), *Ashby* (к-67071), *Byron* (к-67072), *KWS Alderon* (к-67074), *KWS Bittern* (к-67075) из Великобритании; *Quintus* (к-66882, Германия). Образцов с высокой массой (2,1...2,6 г) было 59, средней (1,5...2,0) – 72, низкой (0,9...1,4 г) – 9. Стабильным признаком отмечен у сортов *Odeta* (к-66394, Чехия), *Trovat* (к-67112), *Chasseral* (к-67114) из Швейцарии, *Pufof 6* (к-67121, Ленинградская обл.), при средней продуктивности колоса.

Масса 1000 зерен изменялась от 26,7 г у линии *ЛТ-11* (к-67124, Ленинградская обл.) до 48,7 г у сорта *Ботаническая 81* (к-66351, Московская обл.). Среднее значение признака – 37,5, у стандартного сорта – 43,3 г.

Образцы разделили по крупности зерна: крупное (45...53 г) – 4, среднее (37...44) – 83, мелкое (26...36 г) – 48. Образцов с очень крупным и очень мелким зерном не было. Крупнозерновые сорта: *Ботаническая 81*, *KWS Sunset* (к-66375, Германия), к-66445 (Грузия), *Byron* (к-67072, Великобритания).

В меньшей степени признак варьировал в группе среднекрупных образцов: *Старт* (к-66395, Курганская обл.), *Клара* (к-66398, Кировская обл.),

Prosa (к-67109, Швейцария) и у мелкозерновых сортов: *Ленка 6* (к-66384, Ленинградская обл.), *Rubin* (к-67068, Австрия), *Mandaryna* (к-67096, Польша), *Specifik* (к-67098, Франция), *Dafne* (к-67100, Чехия), *Stilet* (к-67119, Швеция). Сорт *Тюменочка* (к-66271, Тюменская обл.) сильно варьировал по массе 1000 зерен по годам изучения.

Критерий Тьюки не подтвердил наличие контрастных групп по данному признаку.

Урожайность яровой пшеницы в условиях Северо-Востока ЦЧР зависит от погодных условий мая и июня. Увеличение гидротермического коэффициента в этот период способствует повышению продуктивности культуры. [3]

Масса зерна с 1 м² изменялась от 227,3 г/м² у линии *Pufof 6* (к-67121, Ленинградская обл.) до 794 г/м² у сорта *KWS Torridon* (к-66273, Великобритания). Средняя урожайность – 548,6, у стандартного сорта – 555 г/м².

На основе трехлетних данных образцы сортировали на высокоурожайные (более 644 г/м²) – 28, урожайные (493...643) – 77, среднеурожайные (342...492) – 32, низкоурожайные (191...341) – 8, очень низкоурожайные (менее 191 г/м²) – нет. Из-за включения новых современных сортов яровой мягкой пшеницы большинство образцов оказались высокоурожайными и урожайными. Лучшие образцы приведены в таблице 2. Однако на фоне значительной межгодовой вариабельности урожайности только сорт *KWS Torridon* (к-66273, Великобритания) достоверно превышал стандарт.

Дисперсионный анализ подтвердил достоверность различий стран-оригинаторов по урожайности. По критерию Тьюки HSD выделены образцы из Великобритании (651,5 г/м²) и Чехии (647,9), и контрастные к ним из Таджикистана (317,5) и Эфиопии (430,4 г/м²).

За последние годы урожайность сортов в условиях Тамбовской области увеличилась. Это связано с отсутствием засухи, улучшением агротехники, а также поступлением в коллекцию ВИР новых урожайных сортов. На Екатеринбургской ОС с 1989 по 2009 год была установлена максимальная урожайность яровой мягкой пшеницы – 508 г/м² [5]

Таблица 1.

Высокоозерненные образцы яровой мягкой пшеницы

Номер каталога ВИР	Название	Происхождение	Число зерен в колосе, шт.		
			$\bar{x} \pm S_x$	max	min
66882	<i>Quintus</i>	Германия	56,5±5,15	61,2	51
67086	<i>KWS Chamsin</i>	Германия	56,6±9,75	67,2	48
67073	<i>Granary</i>	Великобритания	56,7±16,13	74,2	42,4
66350	<i>Луза</i>	РФ, Московская обл.	57,0±4,05	61,6	54,1
67102	<i>Astrid</i>	Чехия	58,4±5,10	63,6	53,4
67087	<i>KWS Collada</i>	Германия	59,6±11,72	72,8	50,4
67070	<i>Belvoir</i>	Великобритания	60,2±14,82	76,0	46,6
67076	<i>KWS Willow</i>	Великобритания	60,3±6,28	65,2	53,2
67096	<i>Mandaryna</i>	Польша	60,7±6,12	65,4	53,8
66273	<i>KWS Torridon</i>	Великобритания	61,5±4,31	66,4	58,2
67074	<i>KWS Alderon</i>	Великобритания	62,9±0,76	63,8	62,4
54213	<i>Кутулукская (st)</i>	Самарская обл.	28,6±3,39	31,0	26,2
НСР₀₅			14,0		

Среди урожайных сортов в меньшей степени признак варьировал у образцов *Бурлак*, *Granary*, *Нерда*, *Calispero*, *Kumru*, в большей у сорта *Вурон*.

Межгодовая вариабельность агробиологических показателей. Годы исследования были контрастны по погодным условиям, наблюдалась значительная вариабельность всех характеристик сортов (рис. 2, 2-я стр. обл.).

Наибольшая средняя урожайность (653,6 г/м²) и высота растения (103,0 см) были в 2020 году (рис. 2), что связано с лучшей влагообеспеченностью периода всходы-колошение. Но засушливые условия июля не способствовали формированию крупного зерна, масса 1000 зерен в среднем – 37,3 г. Наименьшая урожайность установлена в 2018 году (450,8 г/м²) из-за засушливых условий апреля, мая и июня. Средняя масса 1000 зерен (35,5 г) и высота растения (78,7 см) были достоверно ниже, чем в 2020 году. В наиболее жаркий 2019 год период всходы-колошение был самым коротким – 42,8 дн. (в 2018 и 2020 – 47,1 и 48,0 дн. соответственно), наименьшая высота растения (77,8 см), но осадки июля привели к более продолжительному созреванию, наибольшей за годы исследования массе 1000 зерен (39,5 г),

в итоге урожайность составила 542,0 г/м². Средняя продолжительность вегетации различалась на два дня (83,0 дн. в 2018 и 2020, 84,9 дн. в 2019 году).

Наиболее варьировала по годам масса зерна с главного колоса, коэффициент вариации (CV) в среднем по сортам составил 28,2 %, урожайности – 23,5 %. Из межфазных периодов условия года наиболее повлияли на колошение-созревание (12,9 %), всходы-колошение менее варьировал (7,2), вегетационный период был более стабилен (4,1 %).

С 1991 по 2020 год наблюдался достоверный ($p = 0,001$) рост сумм температур выше 10°C на 19,3°C в год, сумма осадков слабо (недостоверно, $p = 0,164$) увеличивалась на 2,7 мм в год. За период с температурами выше 15°C также увеличивались и сумма температур на 26,2°C ($p = 0,000$) и осадки на 3,4 мм в год ($p = 0,053$). Потепление, не сопровождающееся снижением осадков, дает возможность возделывать более поздние и урожайные сорта. [15, 16]

С помощью **анализа методом главных компонент (PCA)** исследовали структуру 13 агробиологических показателей и 147 образцов. По критерию «каменистой осыпи» для анализа взяли три первых фактора,

Таблица 2.

Высокоурожайные образцы яровой мягкой пшеницы

Номер каталога ВИР	Название	Происхождение	Урожайность, г/м ²		
			$\bar{x} \pm S_x$	max	min
66387	<i>ОмГАУ 100</i>	РФ, Омская обл.	648,7±169,36	774	456
66347	<i>Тулайковская 116</i>	РФ, Самарская обл.	651,7±194,88	835	447
66349	<i>Буляк</i>	РФ, Татарстан	653,0±105,06	774	585
66374	<i>KWS Jetstream</i>	Германия	656,7±124,13	770	524
67071	<i>Ashby</i>	Великобритания	664,3±227,36	884	430
66270	<i>Кинельская Юбилейная</i>	РФ, Самарская обл.	664,0±102,90	750	550
67464	<i>Торнадо 22</i>	Казахстан	665,0±204,03	838	440
66269	<i>Сибирская 21</i>	РФ, Новосибирская обл.	674,7±158,86	827	510
66352	<i>Атлант</i>	РФ, Пензенская обл.	676,7±113,46	807	600
66779	<i>Айна</i>	Казахстан	677,0±127,81	821	577
67102	<i>Astrid</i>	Чехия	677,3±110,14	780	561
66376	<i>Cornetto</i>	Франция	678,0±112,25	797	574
66406	<i>Архат</i>	РФ, Пензенская обл.	687,7±158,88	836	520
66426	<i>Канюк</i>	Франция	688,7±134,84	795	537
66390	<i>Бурлак</i>	РФ, Ульяновская обл.	688,7±98,55	789	592
67100	<i>Dafne</i>	Чехия	692,3±123,87	793	554
66395	<i>Старт</i>	РФ, Курганская обл.	693,7±110,39	779	569
67073	<i>Granary</i>	Великобритания	695,7±79,00	785	635
66375	<i>KWS Sunset</i>	Германия	698,0±144,04	804	534
66396	<i>Нерда</i>	РФ, Московская обл.	705,7±97,80	793	600
67070	<i>Belvoir</i>	Великобритания	707,0±230,84	965	520
66393	<i>Calispero</i>	Франция	707,0±82,02	800	645
67072	<i>Вурон</i>	Великобритания	707,7±321,09	1074	475
67082	<i>Marin</i>	Германия	720,0±158,1	896	590
66400	<i>Kumru</i>	Чехия	720,7±50,93	779	685
67088	<i>KWS Buran</i>	Германия	740,0±202,24	970	590
66389	<i>Экада 214</i>	РФ, Ульяновская обл.	741,0±103,81	853	648
66273	<i>KWS Torridon</i>	Великобритания	794,0±244,19	1060	580
54213	<i>Кутулукская (st)</i>	РФ, Самарская обл.	555,0±69,02	625	487
НСР₀₅			223,6		

объясняющие 62,3 % общей дисперсии (табл. 3). Первый фактор (31,5 %) связан с урожайностью и положительно коррелированными с нею характеристиками: масса зерна с главного колоса, число колосков и зерен в колосе и продолжительность вегетационного периода. Второй по значимости фактор, дифференцирующий исследуемую выборку (20,6 %) – высота растения и отрицательно связанное с нею полежание. Третий фактор (10,2 %) – масса 1000 зерен.

В пространстве факторов 1-2 выделяется (рис. 3, 2-я стр. обл.) группа сортов из Великобритании с урожайностью выше средней, высокой устойчивостью к полеганию и низкой высотой растения. Те же признаки при средней урожайности у сортов из Чехии, Швеции, Германии, Швейцарии, Польши. Высокой урожайностью, высокорослостью и низкой устойчивостью к полеганию выделяется группа сортов из Казахстана.

Таким образом, анализ полиморфизма выборки показал, что главный дифференцирующий признак – урожайность, тесно положительно связанная с массой зерна с главного колоса, числом колосков и зерен в колосе и продолжительностью вегетационного периода. Второй по значимости фактор – высота растения и отрицательно связанное с нею полежание, третий – масса 1000 зерен.

Установлено, что для селекции на урожайность представляют интерес образцы европейской селекции, в частности, из Великобритании, показавшие высокую урожайность и устойчивость к полеганию:

Лучшие образцы яровой мягкой пшеницы, выявленные в результате полевого изучения в условиях Тамбовской области, по скороспелости, устойчивости к мучнистой росе, высокой озерненности, крупнозерности, продуктивности главного колоса и урожайности, рекомендуем использовать в качестве источников в селекционных программах по пшенице в ЦЧЗ РФ.

Таблица 3.
Факторные нагрузки трех первых компонент PCA

Показатель	Фактор		
	1	2	3
Всходы-колошение	-0,62	-0,35	0,08
Колошение – восковая спелость	-0,52	-0,08	0,23
Всходы – восковая спелость	-0,76	-0,34	0,17
Устойчивость к			
мучнистой росе	-0,27	0,66	0,06
бурой ржавчине	-0,24	0,08	0,21
полеганию	-0,40	0,79	-0,06
Высота растения	-0,09	-0,85	0,08
Длина колоса	-0,35	-0,56	-0,53
Число			
колосков в колосе	-0,76	-0,27	-0,45
зерен в колосе	-0,71	0,43	-0,39
Масса зерна с главного колоса	-0,83	0,14	0,06
Урожайность	-0,74	0,17	0,22
Масса 1000 зерен	-0,34	-0,18	0,70
Expl.Var	4,10	2,68	1,33
Prp.Totl	0,32	0,21	0,10

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Агроклиматические ресурсы Тамбовской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 102 с.
2. Беляев, Н.Н. Продуктивность и качество сортов озимой пшеницы различной селекции в условиях Тамбовской области / Н.Н. Беляев, Е.А. Дубинкина // Зерновое хозяйство России. – 2011. – № 2. – С. 5-9.
3. Беляев, Н.Н. Оценка сортов яровой мягкой пшеницы в экологическом испытании на Северо-Востоке Центрально-Черноземного региона / Н.Н. Беляев, Е.А. Дубинкина, В.В. Корякин // Вестник ТГУ. – 2017. – Т. 22. – Вып. 2. – С. 411–413. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-411-414.
4. Жученко, А.А. Обеспечение продовольственной безопасности России в XXI веке на основе адаптивной стратегии устойчивого развития АПК (теория и практика) / А.А. Жученко. – Киров: НИИСХ Северо-Востока, 2009. – 274 с.
5. Зуев, Е.В. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Центрально-Черноземной зоны России / Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова, М.Н. Никифоров // Известия ОГАУ, 2013. – № 1 (39). – С. 217–219.
6. Зуев, Е.В. Яровая мягкая пшеница. Источники селекционно-ценных признаков в условиях Тамбовской области / Е.В. Зуев, А.Н. Брыкова, Е.Ю. Кудрявцева // Каталог ВИР, Вып. 840. – С.-Пб.: ВИР, 2017. – 37 с.
7. Малокостова, Е.И. Характеристика генотипов яровой мягкой пшеницы по комплексу хозяйственно-ценных признаков / Е.И. Малокостова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 12 (66). – С. 123–126. DOI: 10.23670/IRJ.2017.66.106.
8. Малокостова, Е.И. Селекция яровой пшеницы в Каменной степи / Е.И. Малокостова // Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства юга России. Мат. Всерос. науч.-практ. конф. (с международным участием), 2018. – С. 258–261.
9. Малокостова, Е.И. Хозяйственно-биологическая характеристика перспективных линий яровой мягкой пшеницы в условиях юго-востока ЦЧЗ / Е.И. Малокостова, И.Ю. Пивоварова, А.В. Попова // Вестник Мичуринского Государственного Аграрного Университета. – 2018. – № 4. – С. 98–101.
10. Маркин, В.Д. Селекция озимой и яровой пшеницы в МичГАУ / В.Д. Маркин, Р.С. Яковлева // Инновационные технологии в растениеводстве: Мат. науч.-практ. конф. 27 марта 2009 г. – Мичуринск: Изд-во МичГАУ, 2009.
11. Мережко, А.Ф. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: методические указания / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин, Е.В. Зуев и др. – С.-Пб: ВИР, 1999. – 81 с.
12. Официальный сайт Госсорткомиссии России. – <http://gossortrf.ru> (дата обращения 15 апреля 2021 г.).
13. Официальный сайт федеральной службы государственной статистики по Тамбовской области. – <https://tmb.gks.ru/folder/33091> (дата обращения 30 марта 2021 г.).
14. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. – Ленинград: ВИР, 1989. – 42 с.
15. Loskutov, I.G. Long-Term Analysis of the Variability of Agronomic Characters in the VIR Oat Germplasm Collection in Central Black Soil Region of Russia / I.G. Loskutov, L.Yu. Novikova, G.V. Belskaya, E.V. Blinova // Agronomy. – 2021. – 11 (3). – 423. DOI:10.3390/agronomy11030423.

16. Zabel, F. Large potential for crop production adaptation depends on available future varieties / F. Zabel, C. Müller, J. Elliott et al. // *Glob. Change Biol.* – 2021. – early online. DOI:10.1111/gcb.15649
- LIST OF SOURCES**
1. *Agroklimaticheskiye resursy Tambovskoy oblasti.* – L.: Gidrometeoizdat. 1974. – 102 s.
 2. Belyayev, N.N. Produktivnost i kachestvo sortov ozimoy pshenitsy razlichnoy seleksii v usloviyakh Tambovskoy oblasti / N.N. Belyayev, E.A. Dubinkina // *Zernovoye khozyaystvo Rossii.* – 2011. – № 2. – S. 5–9.
 3. Belyayev, N.N. Otsenka sortov yarovoy myagkoy pshenitsy v ekologicheskom ispytanii na Severo-Vostoke Tsentralno-Chernozemnogo regiona / N.N. Belyayev, E.A. Dubinkina, V.V. Koryakin // *Vestnik TGU.* – 2017. – T. 22. – Vyp. 2. – С. 411–413. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-2-411-414.
 4. Zhuchenko, A.A. Obespecheniye prodovolstvennoy bezopasnosti Rossii v XXI veke na osnove adaptivnoy strategii ustoychivogo razvitiya APK (teoriya i praktika) / A.A. Zhuchenko. – Kirov: NIISKh Severno-Vostoka. – 2009. – 274 s.
 5. Zuev, E.V. Iskhodnyy material dlya seleksii yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh Tsentralno-Chernozemnoy zony Rossii / E.V. Zuev, A.N. Brykova, M.N. Nikiforov // *Izvestiya OGAU.* – 2013. – № 1 (39). – S. 217–219.
 6. Zuev, E.V. Yarovaya myagkaya pshenitsa. Istochniki selektsionno-tsennykh priznakov v usloviyakh Tambovskoy oblasti / E.V. Zuev, A.N. Brykova, E.Yu. Kudryavtseva // *Katalog VIR.* Vyp. 840. – S.-Pb: VIR. 2017. – 37 s.
 7. Malokostova, E.I. Kharakteristika genotipov yarovoy myagkoy pshenitsy po kompleksu khozyaystvennotsennykh priznakov / E.I. Malokostova // *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal.* – 2017. – № 12 (66). – S. 123–126. DOI: 10.23670/IRJ.2017.66.106.
 8. Malokostova, E.I. Seleksiya yarovoy pshenitsy v Kamennoy stepi / E.I. Malokostova // *Problemy i perspektivy razvitiya selskogo khozyaystva yuga Rossii. Mat. Vserosnauch-prakt. konf. (s mezhdunarodnym uchastiyem).* – 2018. – S. 258–261.
 9. Malokostova, E.I. Khozyaystvenno-biologicheskaya kharakteristika perspektivnykh liniy yarovoy myagkoy pshenitsy v usloviyakh yugo-vostoka TsChZ / E.I. Malokostova, I.Yu. Pivovarova, A.V. Popova // *Vestnik Michurinskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta.* – 2018. – № 4. – S. 98–101.
 10. Markin, V.D. Seleksiya ozimoy i yarovoy pshenitsy v MichGAU / V.D. Markin. R.S. Yakovleva // *Innovatsionnyye tekhnologii v rasteniyevodstve: Materialy nauchno-prakt. konferentsii 27 marta 2009 g.* – Michurinsk: Izdvo MichGAU. 2009.
 11. Merezko, A. F. Popolneniye sokhraneniye v zhimom vide i izucheniye mirovoy kolleksii pshenitsy. egilopsa i tritikale: metodicheskiye ukazaniya / A.F. Merezko, R.A. Udachin, E.V. Zuev i dr. – S.-Pb: VIR. 1999. – 81 s.
 12. Ofitsialnyy sayt Gossortkomissii Rossii. <http://gossortrf.ru> (data obrashcheniya 15 aprelya 2021 g.).
 13. Ofitsialnyy sayt federalnoy sluzhby gosudarstvennoy statistiki po Tambovskoy oblasti. <https://tmb.gks.ru/folder/33091> (data obrashcheniya 30 marta 2021 g.).
 14. Shirokiy unifitsirovanny klassifikator SEV roda Triticum L. – Leningrad: VIR. 1989. – 42 s.
 15. Loskutov, I.G. Long-Term Analysis of the Variability of Agronomic Characters in the VIR Oat Germplasm Collection in Central Black Soil Region of Russia / I.G. Loskutov, L.Yu. Novikova, G.V. Belskaya, E.V. Blinova // *Agronomy.* – 2021. – 11 (3). – 423. DOI:10.3390/agronomy11030423.
 16. Zabel, F. Large potential for crop production adaptation depends on available future varieties / F. Zabel, C. Müller, J. Elliott et al // *Glob. Change Biol.* – 2021. – early online. DOI:10.1111/gcb.15649.