УДК 633.111:631.529
EDN CDEMKR

Амунова О. С., Волкова Л. В., Мамаева А. В.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ИЗ КОЛЛЕКЦИИ ВИР ПО АДАПТИВНО ЗНАЧИМЫМ И ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого»

Реферат. *Направления селекции пшеницы в Волго-Вятском регионе определены агроклиматическими особенностями и потребностями товаропроизводителей. Основное внимание уделяется созданию сортов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с экологической устойчивостью. Цель исследования − оценка образцов мягкой яровой пшеницы из коллекции ВИР и выявление генетических источников продуктивности, качества зерна, экологической стабильности и других ценных агрономических показателей. Объектом трехлетнего полевого изучения стали 73 образца различного эколого-географического происхождения, проанализированные по комплексу признаков с учетом их связи с урожайностью. Анализ генотипических корреляций средних значений признаков показал значимую положительную связь урожайности с высотой растения (r_g = 0,35), длиной верхнего междоузлия (r_g = 0,34), элементами продуктивности главного колоса (r_g = 0,40−0,51) и растения (r_g = 0,47). Урожайность пшеницы отрицательно коррелировала с содержанием в зерне белка (r_g = −0,54) и не имела связи с раннеспелостью, продуктивной кустистостью и крупностью зерна, что осложняет селекцию на совмещение этих признаков. Выявлено четыре раннеспелых (79−82 суток) урожайных (283,7−414,9 г/м^2) сорта, 23 высокоурожайных образца (322,4−494,9 г/м^2), сочетающих оптимальную высоту растения (57,7–86,4 см) и устойчивость к полеганию (7−9 баллов), 12 образцов с продуктивным главным колосом (1,33−1,92 г) и шесть образцов с высокой продуктивностью растения (2,43−2,60 г). У двух сортов высокие значения массы 1000 зерен (47,9−49,6 г) сочетались с высоким содержанием белка в зерне (11,9−12,7 %). Выделено 10 сортов с высоким показателем уровня стабильности (ПУСС = 119−321 %) и низкой вариабельностью урожайности по годам (V = 8,3−23,2 %). Кластерный анализ источников хозяйственно полезных признаков разделил набор выделившихся образцов (n = 47) на три кластера. Выбор для скрещивания сортов из удаленных кластеров позволит ожидать в новом генотипе сочетание наиболее ценных признаков.*

Ключевые слова: *пшеница мягкая яровая (Triticum aestivum L.), сорт, агрономический показатель, коэффициент корреляции, экологическая устойчивость, кластерный анализ.*

Для цитирования: *Амунова О. С., Волкова Л. В., Мамаева А. В.Результаты изучения образцов мягкой яровой пшеницы из коллекции ВИР по адаптивно значимым и хозяйственно ценным признакам // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 2(30). С. 8–21. EDN: CDEMKR.*

For citation: *Amunova O. S., Volkova L. V., Mamaeva A. V. Results of the study of spring soft wheat samples from the VIR collection according to adaptively significant and economically valuable characteristics // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 2(30). P. 8–21. EDN: CDEMKR.*

Введение

Яровая пшеница является ценной продовольственной культурой, которую возделывают в России, США, Аргентине, Бразилии, Канаде, Австралии, ЕС и многих других странах мира. Российская Федерация уже несколько лет удерживает

лидерские позиции по объемам производства и экспорту пшеницы, поэтому возделывание культуры можно рассматривать как основу национальной продовольственной безопасности [1]. В структуре посевных площадей России пшеница занимает первое место (около 39 %) среди основных сельскохозяйственных культур. Для обеспечения потребности в зерне пшеницы на фоне глобального изменения климата и увеличивающейся численности населения необходимо постоянное совершенствование сортов, добиться которого можно путем использования огромного потенциала генетического разнообразия [2]. Генетические ресурсы культурных растений и их диких сородичей являются одним из базовых компонентов в создании уникальных генотипов, адаптированных ко всему разнообразию почвенно-климатических и погодных условий России [3].

Направления селекции пшеницы в Волго-Вятском регионе, частью которого является Кировская область, определены агроклиматическими особенностями (коротким сроком вегетации, недостаточной тепло- и влагообеспеченностью, большой долей кислых или малоплодородных почв, видовым и расовым составом патогенов), а также потребностями товаропроизводителей. Яровая пшеница, высоко адаптированная к условиям региона, способна давать высокие и экономически оправданные урожаи (до 6,0 т/га). Поэтому основное внимание уделяется целенаправленной селекции на сочетание высокой потенциальной продуктивности с экологической устойчивостью.

Пригодность сорта пшеницы к возделыванию в той или иной климатической зоне определяется длительностью вегетационного периода [4]. Создание раннеспелых сортов яровой пшеницы актуально для многих регионов РФ [5], в том числе для Волго-Вятского. Резкая смена погоды, заморозки, засуха и другие природные явления почти ежегодно наблюдаются в Кировской области. Быстрое прохождение фаз органогенеза, формирование и созревание семян в максимально короткий срок позволяют стабилизировать валовые сборы зерна [6]. Затяжные и ливневые дожди в предуборочный и уборочный периоды приводят к полеганию посевов, влекут прорастание зерна на корню и снижают хлебопекарные качества [7]. Создание устойчивых к полеганию короткостебельных сортов позволило бы решить эту проблему, однако собственные многолетние исследования [8] свидетельствуют о значительной роли высоты растений пшеницы в формировании биологического урожая. Признак контролируется множеством генов, наибольшая эффективность которых проявляется в условиях достаточного увлажнения, внесения удобрений, защиты растений от сорняков и паразитов [4]. В неблагоприятных условиях повышается чувствительность верхнего междоузлия [9], а его длина в разной степени прямо или косвенно влияет на устойчивость к полеганию [10], засухоустойчивость [11] и урожайность [12–14].

Получение высоких урожаев зерна является конечной целью производства пшеницы. Урожайность – полигенный признак, на его формирование влияет множество факторов, но основными слагаемыми являются число продуктивных стеблей на 1 м^2 и масса зерна с колоса [15, 16]. Первое слагаемое зависит от норм высева, второе – от длины колоса, числа зерен и массы 1000 зерен. Успехи в селекции во многом связаны с повышением и стабилизацией этих признаков. Кроме того, современные сорта должны удовлетворять потребности рынка в увеличении содержания белка и массы теста [17]. В селекционных программах под постоянным контролем находится сочетание высокой урожайности, качества зерна, устойчивости к абиотическим и биотическим факторам с высокой сортовой пластичностью и адаптивностью, что обеспечивает наиболее полную реализацию генетического потенциала [18].

Для получения новых сортов проводят различные типы скрещивания, подбор родительских форм осуществляют как по эколого-географическому принципу, так и по элементам структуры урожая [19]. Для того, чтобы коллекция пшеницы имела научную и практическую ценность, необходима систематизация образцов, способных в полной мере реализовать потенциал адаптивно значимых и хозяйственно ценных признаков в конкретном регионе. Кластерный анализ позволит структурировать изучаемые образцы по функциональным группам, которые можно назвать носителями коадаптированных блоков генов, и использовать данные группы в селекции для удачного сочетания необходимых признаков.

Цель исследований – изучение образцов мягкой яровой пшеницы из коллекции ВИР и выявление генетических источников продуктивности, качества зерна, экологической стабильности и других ценных агрономических показателей.

Материал и методы исследований

Исследования проводили в 2019–2021 гг. на опытном поле ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого» (г. Киров). Объектом изучения стали 73 образца мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) из Австралии, Германии, Китая, Беларуси, Франции, Великобритании, Непала, а также 21 субъекта Российской Федерации, поступившие из Федерального исследовательского центра «Всероссийский институт растениеводства имени Н.И. Вавилова» в 2017 г. Почва опытного поля – дерново-подзолистая среднесуглинистая, сформирована на элювии пермских глин. Агрохимические показатели: содержание P_2O_5 – 175 мг/кг, K_2O – 166 мг/кг почвы (по Кирсанову, ГОСТ Р 54650-2011), содержание гумуса – 2,02 % (по Тюрину, ГОСТ 26213-91).

В полевых опытах использовали общепринятые для северо-восточной зоны агротехнологические мероприятия. Посев образцов проводили по чистому пару в оптимальные сроки на делянках площадью 0,9 м^2 в двукратной повторности, норма высева – 300 зерен/м^2. Стандартами служили раннеспелый сорт Баженка (к-64870, Кировская обл., РФ) и среднеспелый сорт Маргарита (к-64851, Ульяновская обл., РФ). Стандарты размещали через каждые 30 экспериментальных образцов. Анализ структуры продуктивности и учет урожая проводили по методическим указаниям ВИР [20, 21]. Содержание белка в зерне определяли с помощью прибора «Inframatic 8620». Математическую обработку данных проводили методами корреляционного, дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [22] и вариационной статистики с использованием пакетов программ Agros 2.07 и Microsoft Excel 2016. Комплексный показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) определяли по методике Э. Д. Неттевича [23]. На основе параметров, характеризующих продуктивность растений (высота, длина верхнего междоузлия, продуктивная кустистость, длина колоса, число колосков, число зерен с колоса, масса зерна с колоса и растения, масса 1000 зерен), а также урожайности и содержания в зерне белка строили дендрограммы распределения сортов (кластерный анализ по методу Варда (Ward’s method)) с использованием программы Statistica version 10 (StatSoft).

Климат Кировской области умеренно-континентальный с умеренно холодной зимой и теплым, но коротким летом. Период активного роста зерновых культур составляет в среднем 110–120 дней. Сумма активных температур данного периода варьирует от 1600 до 2198 градусов, месячные нормы летних осадков превышают 60 мм, однако распределение агроклиматических ресурсов крайне неравномерно как по годам, так и в течение вегетационного периода. Условия вегетации в период изучения сортов пшеницы значительно отличались по тепло- и влагообеспеченности (таблица 1).

Погодные условия 2019 г. в целом были благоприятными для роста и развития растений пшеницы. Обилие осадков в период, предшествующий колошению, оказал

положительное влияние на продуктивность колоса, зерновую и биологическую урожайность. Усиленный прирост вегетативной массы привел к частичному полеганию посевов. Низкие значения среднесуточных температур воздуха во второй половине вегетации задержали созревание зерна. Вегетационный период в среднем составил 103 суток, что на 10–15 суток больше среднемноголетнего показателя.

Таблица 1 – Метеорологические условия межфазных периодов вегетации растений пшеницы

Период	2019 г.	2020 г.	2021 г.	Среднее многолетнее
температура воздуха, °С				
Посев – всходы	14,5	11,0	21,7	11,3
Всходы – колошение	14,8	14,3	16,8	17,7
Колошение – восковая спелость	15,3	18,1	20,4	17,3
Всходы – созревание	15,0	16,4	18,9	17,4
осадки, мм				
Посев – всходы	6,0	36,0	2,0	12,3
Всходы – колошение	124,7	87,0	67,5	86,6
Колошение – восковая спелость	102,1	151,0	145,1	145,4
Всходы − созревание	226,8	238,0	212,6	214,0

В 2020 г. теплая погода в мае и хорошая увлажненность почвы благоприятно сказались на полевой всхожести семян и общей кустистости растений. Недостаток осадков в период от выхода в трубку до начала колошения стал причиной снижения продуктивности раннеспелых сортов. Избыточное количество осадков и сильные ливневые дожди в период созревания зерна спровоцировали полегание посевов. Вегетационный период яровой пшеницы в среднем составил 80 суток.

Вегетация растений в 2021 г. проходила в условиях повышенных температур, что значительно сократило сроки созревания яровой пшеницы. В результате вегетационный период составил в среднем 70 суток. Аномально теплая и сухая погода мая явилась причиной снижения полевой всхожести семян. Дефицит осадков в период «выход в трубку – колошение» негативно сказался на зерновой продуктивности растений.

Результаты и их обсуждение

Как известно, при создании сорта необходимо стремиться к сочетанию хозяйственно полезных признаков на оптимальном и высоком уровне, принимая во внимание корреляционные связи между ними. Знание характера соотношений между урожайностью, как целевого признака, и его структурными компонентами в отдельные годы позволяет весьма эффективно прогнозировать последствия отбора в схожих условиях. Генотипические корреляции свидетельствуют о возможности сочетания необходимых признаков в одном генотипе. В 2019 г. урожайность была лимитирована двумя показателями: длиной главного колоса ($r = 0,40$) и высоким числом колосков в колосе ($r = 0,25$). Остальные структурные элементы не показали значимых (при $p \leq 0,05$) корреляций с урожайностью, так как в благоприятных для роста и развития условиях был реализован потенциал признаков, свойственных каждому сорту. В 2020 г. преимущество получили средне- и позднеспелые образцы с потенциально высокой кустистостью ($r = 0,27$), продуктивным главным колосом ($r = 0,51$) и высоким значением массы зерна с растения ($r = 0,54$). В 2021 г. на урожайность повлияли такие морфогенетические признаки, как высота растений ($r = 0,62$), длина верхнего междоузлия ($r = 0,56$) и длина колоса ($r = 0,34$). Значимый вклад в урожайность сортов внесли также продуктивность главного колоса ($r = 0,41$), растения ($r = 0,40$) и крупность зерна ($r = 0,44$) (таблица 2).

Анализ генотипических корреляций между средними значениями признаков показал значимую положительную связь урожайности с высотой растения (r = 0,35), длиной верхнего междоузлия (r = 0,34), продуктивностью главного колоса (r = 0,41) и растения (r = 0,47). Урожайность пшеницы отрицательно коррелировала с содержанием белка в зерне (r = −0,54) и была не связана с раннеспелостью, продуктивной кустистостью и крупностью зерна, что осложняет селекцию на совмещение этих признаков. Задачей данного исследования являлось выделение источников именно тех признаков, которые имеют тесную связь с урожайностью.

Таблица 2 – Парные коэффициенты фенотипической (r) и генотипической (r_g) корреляции между урожайностью и хозяйственно ценными признаками

Признак	r			r_g (2019–2021)
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	
Продолжительность вегетационного периода	0,05	0,54**	0,12	0,43**
Продолжительность периода «всходы−колошение»	−0,01	0,44**	0,18	0,42**
Продолжительность периода «колошение−восковая спелость»	0,08	0,21	−0,08	0,07
Продуктивная кустистость	−0,10	0,27*	0,15	0,09
Высота растений	0,17	0,32**	0,62**	0,35**
Длина верхнего междоузлия	0,19	0,17	0,56**	0,34**
Длина главного колоса	0,40**	0,37**	0,34**	0,51**
Число колосков в колосе	0,25*	0,44**	0,23	0,41**
Число зерен с колоса	0,04	0,54**	0,24*	0,40**
Масса зерна с колоса	0,06	0,51**	0,41**	0,41**
Масса зерна с растения	0,09	0,54**	0,40**	0,47**
Масса 1000 зерен	0,06	0,14	0,44**	0,14
Содержание белка	−0,20	−0,37**	−0,44**	−0,54**

Примечание. **, ** – значимо при $p \leq 0,05$ и 0,01 соответственно, n = 73.*

Длительность вегетационного периода является показателем адаптивности пшеницы и играет важную рольв формировании урожая [24–26]. В нашем исследовании выделилось 10 образцов с непродолжительным периодом «всходы – созревание», шесть из которых созданы в Китае –Dai Chun 2 (к-65 848), Dian 662-525-2 (к-65 849), Shen 68-71 (к-65 863), Hong Mai 5 (к-65 883), Liao Chun 6 (к-65 850) и Da 742 (к-65 866) и четыре в Российской Федерации − Злата (к-66 414, Московская обл.), Памяти Юдина (к-65 243, Иркутская обл.), Тепсей (к-65 847, Хакасия) и Уральская кукушка (к-66 267, Челябинская обл.). Вегетационный период данных образцов в среднем составил 79–82 суток, в то время как у раннеспелого стандарта – 83 суток.

Увеличение продолжительности периода от всходов до колошения благоприятно сказывается на продуктивности растений. У изучаемых образцов длительность этого периода зависела как от года, так и от генотипа, варьируя с 30 до 55 суток. В 2021 г. отмечали наименьший по продолжительности период «всходы – колошение», среднее значение по анализируемым сортам составило 34 суток с пределами от 30 до 41 суток. Длительный период был отмечен в 2019 г. и составил 47 суток с пределами 40–50 суток. Наиболее продолжительным периодом от всходов до колошения (43−46 суток) характеризовались отечественные сорта пшеницы Альмата (к-65 241, Краснодарский край), Курская 2038 (к-64 641, Курская обл.), Тобольская (к-65 846, Алтайский край) и Рима (к-66 259, Рязанская обл.), а также образцы из Китая Mao Ying AFu (к-65 882), Yun Mai 35 (к-65 885) и Qing Chun 25 (к-65 886).

У раннеспелых генотипов продолжительность периода «всходы – колошение» варьировала от 35 до 40 суток. Наибольшая продолжительность периода – 38–40 суток

отмечена у отечественных образцов, у сортов китайской селекции она составила 35–36 суток. Более длительный межфазный период сортов Злата, Памяти Юдина, Тепсей и Уральская кукушка позволил увеличить период формирования вегетативных органов, что в конечном итоге отразилось на урожайности, которая в среднем составила 329,7 г/м^2, в то время как у китайских образцов – 206,5 г/м^2.

Высота растений – важный показатель архитектоники растений, уборочного индекса зерна и урожая [27, 28]. За годы исследований высота стебля изучаемых генотипов варьировала в пределах 37,1–112,6 см. Наибольший средний по выборке показатель (89,4 см) отмечен в 2019 г. в условиях достаточной влагообеспеченности в фазу колошения растений. Минимальную среднюю высоту (58,9 см) растения сформировали в 2021 г. в условиях жаркой и сухой погоды.

При выборе исходного материала необходимо ориентироваться на сорта, гармонично сочетающие оптимальную высоту, устойчивость к полеганию и высокую урожайность. Среди изученных образцов выделено 23 таких генотипа, включая стандарты (таблица 3).

Таблица 3 – Высокоурожайные образцы мягкой яровой пшеницы, обладающие оптимальной высотой и устойчивостью к полеганию (среднее за 2019–2021 гг.)

Номер в каталоге ВИР, название, происхождение	Урожайность, г/м^2	Высота растений, см	Устойчивость к полеганию, балл
64 870, ст. Баженка, Кировская обл., РФ	322,4	73,4	7
64 851, ст. Маргарита, Ульяновская обл., РФ	385,5	84,6	7
66 011, Ульяновская 105, Ульяновская обл., РФ	494,9	83,6	7
64 253, Амир, Московская обл., РФ	439,3	72,2	7
Чайка, Беларусь	432,2	62,4	7
64 547, Экада 70, Ульяновская обл., РФ	432,0	83,0	7
Веста, Беларусь	431,7	67,7	7
65 244, Уралосибирская, Омская обл., РФ	431,2	85,6	7
65 247, Тюменская 29, Тюменская обл., РФ	420,7	76,7	7
65 256, Bonpain, Франция	418,9	62,8	9
65 846, Тобольская, Алтайский край, РФ	418,8	86,4	7
66 239, Экада 109, Татарстан, РФ	418,8	86,4	7
66 420, Ингала, Тюменская обл., РФ	413,8	83,3	7
65 477, Екатерина, Свердловская обл., РФ	407,8	84,7	7
65 261, Melissos, Германия	402,2	61,8	9
Мона, Беларусь	400,0	67,0	7
65 989, Eminent, Германия	371,2	71,4	7
66 259, Рима, Рязанская обл., РФ	370,5	84,8	7
66 273, KWS Torridon, Великобритания	370,8	57,7	9
64 640, Красноуфимская 100, Свердловская обл., РФ	367,4	81,4	7
66 426, Канюк, Франция	354,7	63,4	7
63 714, Тулайковская 10, Самарская обл., РФ	349,6	82,6	7
65 262, Naxos, Германия	344,2	60,0	9
Среднее в опыте	342,9	76,2	-
$НСР_{05}$	138,1	9,4	-

Длина верхнего междоузлия определяет высоту растений (в нашем исследовании коэффициенты корреляции между признаками составили 0,88–0,90) и характеризуется достаточной чувствительностью к условиям среды. Так, средняя длина верхнего междоузлия в 2019 г. составила 42,9 см, в 2020 – 34,9 см, в 2021 – 24,9 см. В засушливых условиях 2021 г. наибольшую урожайность (279,0–380,9 г/м^2) сформировали образцы пшеницы с относительно длинным (23,7–33,5 см) верхним междоузлием: Ульяновская 105 (к-66 011), Экада 70 (к-64 547) и Экада 109 (к-66 239) из Ульяновской области, Сибирский Альянс (к-65 242) и Тобольская (к-65 846) из Алтайского края, Тюменская 29 (к-65 247) и Тюменская 30 (к-65 248) из Тюменской области, Бурятская 551 (к-65 249) из Бурятии, Воронежская 20 (к-65 257) из

Воронежской области и Курагинская 2 (к-65 563) из Красноярского края РФ. Эти образцы могут быть охарактеризованы как засухоустойчивые.

Длина главного колоса – важный показатель продуктивности пшеницы, поскольку хорошо коррелирует с урожайностью и обладает высокой генетической обусловленностью [29]. Изменчивость данного признака у образцов в годы изучения составила 5,6–10,7 см с максимальным значением у сорта Сигма (к-65 565, Омская обл., РФ) и минимальным у сорта Yanzhan N1 (к-65 890, Китай). Необходимо принимать во внимание, что высокие линейные параметры колоса должны сочетаться с высокими значениями числа колосков и озерненностью колоса.

Число зерен с колоса варьировало от 10,9 до 52,5 шт., причем наименьший и наибольший показатели были отмечены в 2020 г. у сортов Dian 662-525-2 (к-65 849, Китай) и Амир (к-64 253, Московская обл., РФ) соответственно. Высокими значениями параметра (40,3–44,5 шт.) характеризовались также образцы: Курская 2038 (к-64 641, Курская обл., РФ), Ингала (к-66 420, Тюменская обл., РФ) и KWS Torridon (к-66 273, Великобритания).

Масса зерна с колоса – один из наиболее значимых элементов структуры урожая пшеницы на ранних этапах селекционного процесса, поскольку индивидуальный отбор нового селекционного материала часто осуществляется по колосу [4]. Масса зерна с колоса в годы изучения изменялась от 0,49 г у сорта Dian 662-525-2 (к-65 849, Китай) до 2,10 г у сорта QingChun 25 (к-65 886, Китай). Наибольшее среднее групповое значение признака у образцов пшеницы (1,50 г) выявлено в 2019 г., а наименьшее (1,20 г) – в 2021 г. Среди сортов выделились отечественные образцы Ингала (к-66 420, Тюменская обл.), Курская 2038 (к-64 641, Курская обл.), Маргарита (к-64 851, Ульяновская обл.) и Сибирский Альянс (к-64 242, Алтайский край), зарубежные сорта Канюк (к-66 426, Франция) и KWS Torridon (к-66 273, Великобритания). Масса зерна с колоса у них составила 1,53–1,92 г. Данные сорта также характеризовались высокой урожайностью (354,7–413,8 г/м^2).

В результате анализа элементов продуктивности главного колоса было выделено 12 образцов с комплексом указанных признаков (таблица 4).

Таблица 4 – Образцы мягкой яровой пшеницы, характеризующиеся высокой продуктивностью колоса (2019–2021 гг.)

Номер в каталоге ВИР, название, происхождение	Длина колоса, см	Число зерен с колоса, шт.	Масса зерна с колоса, г
64 870, ст. Баженка, Кировская обл., РФ	8,4	34,0	1,42
64 851, ст. Маргарита, Ульяновская обл., РФ	8,4	31,0	1,51
64 253, Амир, Московская обл., РФ	8,6	44,5	1,76
64 414, Курская 2038, Курская обл., РФ	8,1	41,2	1,70
66 273, KWSTorridon, Великобритания	7,4	41,1	1,65
66 420, Ингала, Тюменская обл., РФ	9,9	40,3	1,92
59 389, Лада, Беларусь	8,3	38,2	1,49
65 261, Melissos, Германия	8,4	36,8	1,49
65 242, Сибирский Альянс, Алтайский кр., РФ	8,4	35,7	1,53
66 259, Рима, Рязанская обл., РФ	8,2	35,5	1,57
66 009, Зауралочка, Курганская обл., РФ	8,2	35,3	1,33
66 010, Ульяновская 101, Ульяновская обл., РФ	9,2	35,3	1,65
65 255, Korinta, Польша	8,5	34,5	1,37
65 886, Qing Chun 25, Китай	7,7	32,7	1,70
Среднее в опыте (n=73)	7,7	31,4	1,32
$НСР_{05}$	0,8	6,2	0,32

Масса зерна с растения варьировала с 0,61 г у сорта Dian 662-525-2 (к-65 849, Китай) в 2020 г. до 3,80 г у образца Красноуфимская 100 (к-64 640, Свердловская обл.,

РФ) в 2019 г. Наибольшее среднее значение признака (2,25 г) анализируемые сорта показали в 2019 г., наименьшее – в 2020 г. (1,62 г). За годы исследования высокими средними значениями массы зерна с растения (2,43–2,60 г) характеризовались отечественные образцы Ингала (к-66 420, Тюменская обл.), Ульяновская 101 (к-66 010, Ульяновская обл.), Сибирский Альянс (к-65 242, Алтайский край), Красноуфимская 100 (к-64 640, Свердловская обл.), Амир (64253, Московская обл.) и сорт из Германии Naxos (к-65 262).

Масса 1000 зерен – это показатель выполненности и крупности семян, на его величину существенно влияют активность ассимиляционного аппарата верхней части растения, продолжительность периода формирования зерновки, а также условия питания растений. Масса 1000 зерен у образцов пшеницы в годы изучения изменялась от 29,2 г у сорта BL 1530 (к-65 889, Непал) до 57,4 г у сорта DaiChun 2 (к-65 848, Китай). Наиболее крупное зерно образцы сформировали в 2019 г.: среднее значение признака составило 44,2 г с интервалом 32,0–57,4 г. Источниками крупнозерности могут служить российские сорта Маргарита (к-64 851), Ульяновская 101 (к-66 010) и Экада 70 (к-64 547) из Ульяновской области, Черноземоуральская 2 (к-65 246) из Воронежской области, Сигма (к-65 565) из Омской области, Ингала (к-66 420) из Тюменской области и Курагинская 2 (к-65 563) из Красноярского края, а также китайские сорта Dai Chun 2 (к-65 848), Dian 662-525-2 (к-65 849), Qing Chun 25 (к-65 886) и Hua Mai 10 (к-65 865) со значениями массы 1000 зерен 45,6–51,5 г.

Содержание белка в значительной степени обуславливает качество зерна пшеницы, с ним связана пищевая и кормовая ценность, выход конечной продукции после переработки, конкурентоспособность продукции и цена на рынке. Количество белка в зерне – признак генетический, в то же время очень сильно изменяющийся под влиянием условий выращивания. Среднее групповое значение (n = 73) в зависимости от года изучения изменялось от 9,8 до 14,4 %, у отдельных генотипов показатели варьировали от 6,7 до 17,5 %. Выделены высокобелковые сорта из Китая, России, Франции, Австралии (таблица 5), которые могут быть привлечены в селекцию для повышения качества урожая.

Таблица 5 – Образцы мягкой яровой пшеницы с высоким содержанием белка в зерне

Название сорта, происхождение	Содержание белка в зерне, %			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее
к-64 870, ст. Баженка	9,8	12,3	15,5	12,5
к-64 851, ст. Маргарита	8,3	10,9	14,0	11,8
к-65 848, DaiChun 2, Китай	12,7	15,0	17,8	15,2
к-65 866, Da 742, Китай	12,4	15,7	16,4	14,8
к-65 890, Yanzhan №1, Китай	11,6	13,5	18,3	14,5
к- 65 991, W 3534, Австралия	11,6	13,7	17,2	14,1
к-65 849, Dian 662-525-2, Китай	11,9	14,3	15,9	14,0
к-65 883, Hong Mai 5, Китай	10,7	13,6	17,5	13,9
к-65 241, Альмата, Краснодарский край, РФ	12,9	13,3	15,0	13,7
к-65 990, Combination X, Австралия	12,3	10,6	18,0	13,6
к-65 850, LiaoChun 6, Китай	10,3	14,4	16,0	13,6
к-65 256, Bonpain, Франция	10,0	12,9	17,8	13,6
к-65 242, Сибирский Альянс, Алтайский край, РФ	10,5	13,1	16,9	13,5
Среднее по опыту	9,8	11,7	14,4	12,0
$НСР_{05}$	1,6	2,0	3,1	2,0

Изучение сортов в контрастных погодных условиях позволило достаточно точно ранжировать генотипы по экологической устойчивости. Для ее характеристики использовали показатель уровня стабильности сорта (ПУСС, %), который

одновременно оценивает уровень и стабильность урожайности по отношению к стандарту Маргарита, а также коэффициент вариации урожайности (V, %), вычисленные для каждого сорта по данным за три года. В результате из 73 образцов коллекции выделено 10 сортов с высоким ПУСС и низкой вариабельностью урожайности (таблица 6).

Таблица 6 – Образцы с высокой экологической устойчивостью по урожайности

Номер в каталоге ВИР, название, происхождение	ПУСС, %	V, %
64 870, ст. Баженка, Кировская обл., РФ	70,1	34,3
64 851, ст. Маргарита, Ульяновская обл., РФ	100,0	34,4
65 846, Тобольская, Алтайский край, РФ	321,2	16,2
65 248, Тюменская 30, Тюменская обл., РФ	282,8	13,0
65 563, Курагинская 2, Красноярский край, РФ	236,1	16,5
65 249, Бурятская 551, Бурятия	203,5	15,1
65 845, Хуторянка, Тамбовская обл., РФ	202,7	13,4
66 257, Воронежская 20, Воронежская обл., РФ	195,1	18,3
65 562, Красноярская 12, Красноярский край, РФ	177,1	8,3
65 247, Тюменская 29, Тюменская обл., РФ	177,0	23,2
65 242, Сибирский Альянс, Алтайский край, РФ	165,6	21,9
66 010, Ульяновская 101, Ульяновская обл., РФ	119,2	23,2

Особый интерес для селекции представляют сорта Тобольская и Тюменская 29, выделенные ранее по урожайности и устойчивости к полеганию.

Для оценки хозяйственной полезности коллекционных образцов пшеницы и вовлечения их в гибридизацию был проведен кластерный анализ выделившихся источников ценных признаков (n = 47). Его элементами стали морфологические (высота растения и длина верхнего междоузлия), продуктивные (продуктивная кустистость, длина колоса, число зерен с колоса, масса зерна с колоса и растения, масса 1000 зерен), качественные (содержание белка в зерне) признаки и урожайность сортов. Анализ позволил разделить набор образцов на три кластера по линии linkage distance = 500 (рисунок).

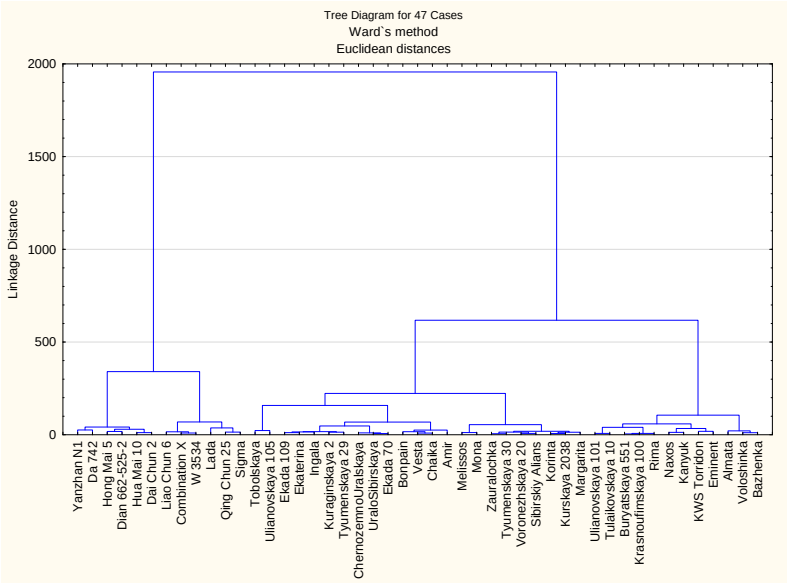

Рисунок – Дендрограмма распределения 47 образцов мягкой яровой пшеницы по комплексу хозяйственно ценных признаков

В первый кластер вошло 12 образцов пшеницы, восемь из которых китайской селекции. Особенностью сортов этого кластера является высокое содержание в зерне

белка, низкая продуктивность колоса, растения и невысокая урожайность. Второй кластер стал самой обширной группой и включил 23 образца, большая часть из которых создана российскими селекционерами (74 %). Кластер объединил высокоурожайные сорта с высоким стеблем, длинным колосом и крупным зерном. В третий кластер вошло 12 образцов пшеницы. Отличительной чертой сортов данного кластера стали высокие значения показателя «число зерен с главного колоса». Образцы, попавшие в отдаленные кластеры, характеризуются наименьшим генетическим сходством и представляют наибольший интерес с селекционной точки зрения. Выбор для скрещивания сортов из удаленных кластеров позволит ожидать в новом генотипе пшеницы сочетания наиболее ценных признаков.

Выводы

В результате скрининга генетически разнообразного коллекционного материала мягкой яровой пшеницы выделены образцы, которые могут служить источниками для создания новых высокопродуктивных конкурентных сортов. Для Волго-Вятского региона России в связи с климатическими особенностями это должны быть сорта с укороченным периодом от всходов до созревания (85−95 суток), формирующие при этом гарантированный урожай (32−36 ц/га).

Коротким периодом вегетации характеризовались 10 образцов из Китая и России, у четырех отечественных сортов период от всходов до колошения был более продолжительным, что положительно сказалось на урожайности. Исследование позволило выделить 23 высокоурожайных образца, сочетающих оптимальную высоту (58−86 см) и устойчивость к полеганию. Большинство этих образцов созданы в России (62%), остальные – в Беларуси, Германии, Франции и Великобритании. Сочетание линейных параметров колоса и его высоких продуктивных показателей было выявлено у 12 образцов пшеницы. Отечественный сорт Ингала по показателям главного колоса достоверно (на 17,9 % по длине, на 30,0 % по числу зерен, на 27,2 % по массе зерна) превысил среднеспелый стандарт и рекомендуется как наиболее ценный источник для селекции пшеницы в Волго-Вятском регионе. Для улучшения качества урожая в селекцию могут быть привлечены 11 сортов отечественной и зарубежной (Китай, Австралия, Франция) селекции, содержащих в зерне 13,5–15,2 % белка. Образцы Dai Chun 2 и Dian 662-525-2 качественные характеристики зерна сочетали с высокими значениями массы 1000 зерен (47,9–49,6 г). Выделено 10 генотипов, обладающих высокой экологической устойчивостью, а сорта Тобольская и Тюменская 29 характеризовались высокой стабильной урожайностью в контрастных условиях среды. Для ускорения селекционного процесса по созданию высокопродуктивных сортов пшеницы с оптимальным сочетанием признаков для условий Волго-Вятского региона рекомендуется использовать образцы пшеницы, попавшие в отдаленные кластеры дендрограммы.

Литература

1. Петрушина О. В. Экспортно-ориентированная стратегия зернового производства // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 2. С. 90–97.

2. Чесноков Ю. В., Косолапов В. М. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса: монография. М.: Изд-во «Угрешская типография», 2016. 172 с.

3. Дзюбенко Н. И. Генетические ресурсы культурных растений – основа продовольственной и экологической безопасности России // Вестник Российской академии наук. 2015. Т. 85. № 1. С. 3–8. DOI: 10.7868/S0869587315010041.

4. Пискарев В. В., Зуев Е. В., Брыкова А. Н. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Новосибирской области // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018. Т. 22. № 7. С. 784−794. DOI: 10.18699/VJ18.422.

5. Ворончихина И. Н., Рубец В. С., Ворончихин В. В., Пыльнев В. В. Сравнительная оценка сортообразцов мягкой пшеницы по комплексу признаков в условиях Центрального района

Нечерноземной зоны России // Достижения науки и техники АПК. 2021. Т. 35. № 10. С. 32–38. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_10_32.

6. Жаркова С. В., Шуллер И. А. Вегетационный период сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Восточного Казахстана // InternationalJournalofHumanitiesandNaturalScience. 2020. Vol. 5-1 (44). P. 38–40. DOI: 10.24411/2500-1000-2020-10445.

7. Агеева Е. В., Леонова И. Н., Лихенко Е. И. Полегание пшеницы: генетические и экологические факторы и способы преодоления // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Т. 24. № 4. С. 356−362. DOI: 10.18699/VJ20.628.

8. Амунова О. С., Волкова Л. В., Зуев Е. В., Харина А. В. Исходный материал для селекции мягкой яровой пшеницы в условиях Кировской области // Агарная наука Евро-Северо-Востока. 2021. Т.22. № 5. С. 661−675. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.5.661-675.

9. Капко Т. Н. Пискарев В. В., Бойко Н. И., Тимофеев А. А. Изучение изменчивости и наследования длины верхнего междоузлия мягкой яровой пшеницы в условиях лесостепи Приобья // Вестник Омского ГАУ. 2015. № 4(20). С. 3–9.

10. Андреева З. В. Изменчивость и характер наследования длины стебля у мягкой яровой пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1997. № 1–2. С. 42–47.

11. Лепехов С. Б., Коробейников Н. И. Длина верхнего междоузлия и высота растений как способ оценки засухоустойчивости сортов мягкой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 10. С. 22–25.

12. Цильке Р.А. Генетические основы селекции мягкой яровой пшеницы на продуктивность в Западной Сибири. Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2005. 321 с.

13. Тимошенкова Т. А. Самуилов Ф. Д. Зависимость продуктивности современных сортов яровой пшеницы от их морфологических особенностей в условиях степи Оренбургского Предуралья // Вестник Казанского ГАУ. 2011. Т. 6. № 3(21). С. 154–158.

14. Мухитов Л. А., Самуилов Ф. Д. Величина подколосового междоузлия и продуктивность сортов яровой мягкой пшеницы разных экологических групп в лесостепи Оренбургского Предуралья // Вестник Казанского ГАУ. 2014. Т. 9. № 3(33). С. 135–138. DOI: 10.12737/6546.

15. Гончаров Н. П. Сравнительная генетика пшениц и их сородичей: монография. Новосибирск: Академическое изд-во «Гео». 2012. 523 с.

16. Ворончихин В. В., Пыльнев В. В., Рубец В. С., Ворончихина И. Н. Урожайность и элементы структуры урожая коллекции озимой тетраплоидной тритикале в центральном районе Нечерноземной зоны // Известия ТСХА. 2018. № 1. С. 69–81. DOI: 10.26897/0021-342X-2018-1-69-81.

17. Vitale J., Adam B., Vitale P. Economics of wheat breeding strategies: focusing on Oklahoma hard red winter wheat // Agronomy. 2020. Vol. 10. No. 2. P. 238. DOI: 10.3390/agronomy10020238.

18. ХлесткинаЕ. К., ЖуравлеваЕ. В., ПшеничниковаТ. А., УсенкоН. И., МорозоваЕ. В., ОсиповаС. В., ПермяковаМ. Д., АфонниковД. А., Отмахова Ю. С. Реализация генетического потенциала сортов мягкой пшеницы под влиянием условий внешней среды: современные возможности улучшения качества зерна и хлебопекарной продукции (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52. № 3. С. 501–514. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.501rus.

19. Сандухадзе Б. И., Мамедов Р. З., Крахмалева М. С., Бугрова В. В. Научная селекция озимой мягкой пшеницы в Нечерноземной зоне России: история, методы и результаты // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 367−373. DOI: 10.18699/VJ21.53o.

20. Изучение коллекции пшеницы: методические указания // Сост. Градчанинова О. Д., Филатенко А. А., Руденко М. И. Л.: ВИР, 1985. 27 с.

21. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале: методические указания // Сост. Мережко А. Ф., Удачин Р. А., Зуев Е. В. [и др.]. Санкт-Петербург: ВИР, 1999. 82 с.

22. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат,1985. 351 с.

23. Неттевич Э. Д., Моргунов А. И., Максименко М. И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. 1985. № 1. С. 66–73.

24. Ведров Н. Г., Халипский А. Н. Сравнительная оценка сортов яровой пшеницы Западно-Сибирской и Восточно-Сибирской селекции // Вестник КрасГАУ. 2009. № 7(34). С. 95–102.

25. Мных С. В., Бугрей И. В., Рыжов В. А. Влияние длины вегетационного периода на урожайность риса // Сборник трудов международной научно-практической конференции «Современные технологии сельскохозяйственного производства и приоритетные направления развития аграрной науки». Т 2. пос. Персиановский, ФГБОУ ВО «Донской ГАУ», 2014. С. 124–126.

26. Мальчиков П. Н., Мясникова М. Г. Возможности создания сортов яровой твердой пшеницы (*Triticum durum* Desf.) с широкой изменчивостью параметров вегетационного периода // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. № 2. С. 26–34.

27. Maccaferri M., Sanguineti M. C., Corneti S., Ortega J.L., Salem M.B., Bort J., Ambrogio E., Moral L.F., Demontis A., El-Ahmed A., Maalouf F., Machlab H., Martos V., Moragues M., Motawaj J., Nachit M., Nserallah N., Ouabbou H., Royo C., Slama A., Tuberosa R. Quantitative trait loci for grain yield and adaptation of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) across a wide range of water availability // Genetics. 2008. No. 178. P. 489–511. DOI: 10.1534/genetics.107.077297.

28. Sadeque A., Turner M. A. QTL analysis of plant height in hexaploid wheat doubled haploid population // Thai Journal of Agricultural Science. 2010. No. 43. P. 91–96.

29. Волкова Л. В., Лисицын Е. М., Амунова О. С. Роль генотипа и погодно-климатических условий в формировании морфобиологических и хозяйственно ценных признаков яровой мягкой пшеницы // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 3(23). С. 43–58. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-3-23-43-58.

References

1. Petrushina O.V. Export-oriented strategy of grain production // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2021. No. 2. P. 90–97.

2. Chesnokov Yu. V., Kosolapov V. M. Plant genetic resources and acceleration of the breeding process: monography. Moscow: “Ugreshskaya tipografiya” Publ., 2016. 172 p.

3. Dzyubenko N. I. Genetic resources of cultivated plants as the basic for Russia’s food and environmental security // Herald of the Russian Academy of Sciences. 2015. Vol. 85. No. 1. P. 15–19.DOI: 10.1134/S1019331615010013.

4. Piskarev V. V., Zuev E. V., Brykova A. N. Sources for the breeding of soft spring wheat in the conditions of Novosibirsk region // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018. Vol. 22. No. 7. P. 784–794. DOI: 10.18699/VJ18.422.

5. Voronchikhina I. N., Rubets V. S. Voronchikhin V. V., Pyl’nev V. V. Comparative assessment of spring common wheat varieties for a complex of traits in the Central Region of the Non-Chernozem zone of Russia // Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2021. Vol. 35. No. 10. P. 32–38. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_10_32.

6. Zharkova S. V., Schuller I. A. Growing season of spring soft wheat varieties in the conditions of East Kazakhstan // International Journal of Humanities and Natural Science. 2020. Vol. 5-1 (44). P. 38–40. DOI: 10.24411/2500-1000-2020-10445.

7. Ageeva E. V., Leonova I. N., Likhenko I. E. Lodging in wheat: genetic and environmental factors and ways of overcoming // Vavilov Journal of Genetics and Breeding.2020. Vol. 24. No. 4. P. 356–362. DOI: 10.18699/VJ20.628.

8. Amunova O. S., VolkovaL. V., Zuev E. V., KharinaA. V. Source for the breeding of soft spring wheat in the conditions of Kirov region // Agricultural Science Euro-North-East. 2021. Vol. 22 No. 5. P. 661–675. DOI: 10.30766/2072-9081.2021.22.5.661-675.

9. Kapko T. N., Piskarev V. V., Boyko N. I., Timopheev A. A. The study of variability and inheritance of length of upper internode of soft spring wheat under conditions of the Forrest-Steppe of Priobje // Vestnik of Omsk State Agrarian University. 2015. No. 4(20). P. 3–9.

10. Andreeva Z. V. Variability and nature of stem length inheritance in soft spring wheat // Siberian Herald of Agricultural Science. 1997. No. 1–2. P. 42–47.

11. Lepekhov S. B., Korobeynikov N. I. The length of upper internode and height of the plants as method of assessment of drought resistance varieties of soft wheat // Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2013. No. 10. P. 22–24.

12. Tsilke R. A. Genetic bases of breeding of soft spring wheat for productivity in Western Siberia. Novosibirsk: Novosibirsk State Agrarian University, 2005. 321 p.

13. Timoshenkova T. A., Samuilov F. D. Dependence of the productivity of modern spring wheat varieties on their morphological features in the steppe of the Orenburg Ural // Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2011. Vol. 6. No. 3(21). P. 154–158.

14. Mukhitov L. A., Samuilov F. D. The size of under-ear interstice and productivity of spring soft wheat varieties of different ecological groups in the Forrest-Steppe of Orenburg region // Vestnik of the Kazan State Agrarian University. 2014. Vol. 9. P. 135–138. DOI: 10.12737/6546.

15. Goncharov N. P. Comparative genetics of wheat and their related species: monography. Novosibirsk: Acad. Publ. House “Geo”, 2012. 523 p.

16. Voronchikhin V. V., Pyl’nev V. V., Rubets V. S., Voronchikhina I. N. Yield and elements of its structure of the winter hexaploid triticale collection in the Central Region of the Non-Chernozem zone // Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2018. No. 1. P. 69−81. DOI: 10.26897/0021-342X-2018-1-69-81.

17. Vitale J., Adam B., Vitale P. Economics of wheat breeding strategies: focusing on Oklahoma hard red winter wheat // Agronomy. 2020. Vol. 10. No. 2. P. 238. DOI: 10.3390/agronomy10020238.

18. Khlestkina E. K., Zhuravleva E. V., Pshenichnikova T. A., Usenko N. I., Morozova E. V., Osipova S. V., Permyakova M. D., Afonnikov D. A., Otmakhova Yu. S. Modern opportunities for improving

quality of bakery products via realizing the bread wheat genetic potential by environment interactions (review). // Sel'skokhozyaistvennaya Biologia [Agricultural Biology]. 2017. Vol. 52. No. 3. P. 501–514. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.3.501rus.

19. Sandukhadze B. I., Mamedov R. Z., Krakhmalyova M. S., Bugrova V. V. Scientific breeding of winter bread wheat in the Non-Chernozem zone of Russia: the history, methods and results // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021. Vol. 25. No. 4. P. 367−373. DOI: 10.18699/VJ21.53o.

20. Study of the wheat collection: Methodological guidelines // Ed. by Gradchaninova O. D., Filatenko A. A., Rudenko M. I. Leningrad: VIR, 1985. 27 p.

21. Replenishment, preservation in a live form and study of the world collection of wheat, aegilops and triticale: methodical instructions // Ed. by Merezhko A.F., Udachin R.A., Zuev E.V. [et al.] Saint-Petersburg: VIR, 1999. 82 p.

22. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.

23. Nettevich E. D., Morgunov A. I., Maksimenko M. I. Improving the efficiency of spring wheat selection for the stability of yield and grain quality // Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki. 1985. No. 1. P. 66–73.

24. Vedrov N. G., Khalipskiy A. N. Comparative assessment of spring wheat varieties bred in West and East Siberia // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2009. No. 7. P. 95–102.

25. Mnykh S. V., Bugrey I. V., Ryzhov V. A. Influence of growing season duration on rice yield // Proceedings of international scientific-practical conference "Modern technologies in agriculture and frontiers in the agrarian science". Vol. 2. Persianovski vill.: Don State Agrarian University, 2014. P. 124−126.

26. Malchikov P. N., Myasnikova M.G. Approaches to the development of durum wheat cultivars (*Triticum durum* Desf.) with wide variability of the growing season // Vavilov Journal of Genetics and Breeding.2015. Vol. 19 No. 2. P. 176–184.

27. Maccaferri M., Sanguineti M. C., Corneti S., Ortega J. L., Salem M. B., Bort J., Ambrogio E., Moral L. F., Demontis A., El-Ahmed A., Maalouf F., Machlab H., Martos V., Moragues M., Motawaj J., Nachit M., Nserallah N., Ouabbou H., Royo C., Slama A., Tuberosa R. Quantitative trait loci for grain yield and adaptation of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) across a wide range of water availability // Genetics. 2008. No. 178. P. 489–511. DOI: 10.1534/genetics.107.077297.

28. Sadeque A., Turner M. A. QTL analysis of plant height in hexaploid wheat doubled haploid population // Thai Journal of Agricultural Science. 2010. No. 43. P. 91–96.

29. Volkova L. V., Lisitsyn E. M., Amunova O. S. Role of genotype and weather conditions in the formation morphobiological and economically valuable traits of spring soft wheat // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2020. No. 3(23). P. 43–58. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-3-23-43-58.

UDC 633.111:631.529

Amunova O. S., Volkova L. V., Mamaeva A. V.

RESULTS OF THE STUDY OF SPRING SOFT WHEAT SAMPLES FROM THE VIR COLLECTION ACCORDING TO ADAPTIVELY SIGNIFICANT AND ECONOMICALLY VALUABLE CHARACTERISTICS

Summary. *The directions of wheat breeding in the Volga-Vyatka region are determined by agro-climatic features and the needs of commodity producers. The main attention was paid to the creation of varieties that combine high potential productivity with environmental sustainability. The purpose of the study is to estimate samples of spring soft wheatfrom the VIR collection and identify genetic sources of productivity, grain quality, environmental stability and other valuable agronomic traits. Seventy-three samples of various ecological and geographical origin were the object of the three-year field study. They were analyzed according to a set of characteristics, taking into account their relationship with the yield. Analysis of genotypic correlations of average values of traits showed a significant positive relationship of yield with plant height (r_g = 0.35), length of the upper internode (r_g = 0.34), productivity elements of the main ear (r_g = 0.40−0.51) and plant (r_g = 0.47). Wheat yield negatively correlated with the grain protein content (r_g = –0.54) and had no connection with early ripening, productive tilling capacity and grain size, which complicates breeding to combine these indicators. The study revealed four early-ripening (79–82 days) yielding (283.7−414.9 g/m^2) varieties; 23 high–yielding samples (322.4−494.9 g/m^2) combining optimal plant height (57.7–86.4 cm) and lodging resistance*

(7–9 points); 12 samples with a productive main ear (1.33–1.92 g); six samples with high plant productivity (2.43–2.60 g). Two varieties combined high values of the mass of 1000 grains (47.9–49.6 g) with high protein content in the grain (11.9–12.7 %). Ten varieties with a high level of stability (PUSS (in Russian) = 119–321 %) and low yield variability over the years (V = 8.3–23.2 %) were identified. Cluster analysis of the sources of economically useful traits divided the set of isolated samples (n = 47) into three clusters. The choice of varieties from remote clusters for crossing will allow us to expect a combination of the most valuable traits in the new genotype.

Keywords: *spring soft wheat* ***(****Triticum aestivum L.), variety, agronomic indicator, correlation coefficient, environmental sustainability, cluster analysis.*

Амунова Оксана Сергеевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории мягкой яровой пшеницы ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого»; 610007, Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166-а; e-mail: yuzhnoe5@mail.ru.

Волкова Людмила Владиславовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории мягкой яровой пшеницы ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого»; 610007, Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166-а; e-mail: volkovkirov@mail.ru.

Мамаева Анастасия Владимировна, магистрант, лаборант-исследователь лаборатории мягкой яровой пшеницы ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого»; 610007, Россия, г. Киров, ул. Ленина, 166-а; e-mail: nastya.mamaeva.1998@mail.ru

Amunova Oksana Sergeyevna, Cand. Sc. (Biol.), researcher of the Laboratory of spring soft wheat, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky; 166-a, Lenina str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: yuzhnoe5@mail.ru.

Volkova Lyudmila Vladislavovna, Cand. Sc. (Biol.), senior researcher of the Laboratory of spring soft wheat, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky; 166-a, Lenina str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: volkovkirov@mail.ru.

Mamaeva Anastasiya Vladimirovna, Master’s Degree student, research assistant of the Laboratory of spring soft wheat, Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky; 166-a, Lenina str., Kirov, 610007, Russia; e-mail: nastya.mamaeva.1998@mail.ru.

Дата поступления в редакцию – 18.02.2022.
Дата принятия к печати – 10.04.2022.