

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНАЛОГОВ СОРТА ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ЭРИТРОСПЕРМУМ 59 С РОДИТЕЛЬСКИМИ ФОРМАМИ ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ И ПАРАМЕТРАМ ОРГАНОВ ФОТОСИНТЕЗА

Трущенко А.Ю., Шаманин В.П.

ФГБОУ ВПО Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия (644008, г.Омск, Институтская площадь, 1), e-mail: trushenko73@mail.ru

Приведены данные об основных элементах продуктивности, устойчивости к болезням, качеству зерна и параметрах органов фотосинтеза у аналогов сорта яровой мягкой пшеницы Эритроспермум 59, а также исходных родительских форм за 2013–2014 гг. На основе сравнительной оценки установлены существенные преимущества аналогов Эритроспермум 59, по ряду изучаемых признаков перед исходными родительскими формами. Установлены изменчивость и характер взаимосвязи элементов продуктивности и параметров органов фотосинтеза. Предложены параметры органов фотосинтеза, которые могут служить маркерами высокой продуктивности при проведении отборов в селекции. Показана целесообразность использования метода аналоговой селекции для решения проблемы устойчивости яровой мягкой пшеницы к засухе и болезням в условиях Западной Сибири.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, сорта, аналог, реципиент, донор, урожайность, продуктивность, органы фотосинтеза, корреляция, изменчивость, устойчивость к болезням, качество зерна, южная лесостепь.

COMPARATIVE EVALUATION OF ANALOG SPRING SOFT WHEAT VARIETIES ERYTHROSPERMUM 59 PARENTAL FORM THE BASIC ECONOMIC-VALUABLE ATTRIBUTES AND PARAMETERS OF PHOTOSYNTHESIS

Truschenko A.Y., Shamanin V.P.

Omsk State Agrarian University, Omsk, Russia (644008, Omsk, Institutskaya square, 1), e-mail: trushenko73@mail.ru

Data on the main elements of productivity, disease resistance, grain quality and parameters of photosynthesis unique varieties of spring wheat ErythrospERMUM 59, as well as the original parental forms for 2013-2014. On the basis of comparative evaluation, established significant advantages analogues ErythrospERMUM 59, studied for a number of signs in front of the original parental forms. Installed variability and nature of the relationship-productive elements and parameters of photosynthetic organs. Suggested parameters of photosynthesis that can serve as markers of high productivity during selection in breeding. The expediency of using the method of selection of analog to solve the problem of stability of spring wheat to drought and disease in Western Siberia.

Keywords: spring wheat, variety, analogue, recipient, donor, productivity, organs of photosynthesis, correlation, variability, disease resistance, grain quality, southern steppe.

Яровая мягкая пшеница является ведущей зерновой культурой, выращиваемой в Западной Сибири. Рост урожайности в условиях Западной Сибири сдерживается, прежде всего, из-за негативного влияния часто повторяющихся засух. В благоприятные по увлажнению годы основной ущерб пшенице наносят болезни, и среди них наиболее опасными являются бурая и стеблевая ржавчина. Для стабилизации урожайности пшеницы необходимо создавать устойчивые к засухе и болезням сорта. Большой интерес для решения селекционных задач представляет метод аналоговой (беккроссной) селекции. Он позволяет исправлять отдельные недостатки сортов при сохранении их положительных признаков и свойств. Одним из направлений исследований в области аналоговой селекции является изучение процессов формирования элементов урожайности и морфологических признаков

растений, прежде всего особенностей строения колоса, стебля и листьев у аналогов сортов по сравнению с родительскими формами [2, 6, 8].

В селекционной практике большой интерес представляет оценка площади ассимиляционной поверхности органов растений пшеницы, поскольку степень её развития прямо влияет на величину продуктивности. Исследования, проведённые в Западной Сибири на яровой пшенице, показали, что потенциальные возможности сортов не реализуются из-за повреждения листовой поверхности болезнями [7]. В связи с этим представляет интерес изучить особенностей фотосинтезирующих органов у аналогов сорта Эритроспермум 59 и их родительских сортов, определить размер ассимилирующих органов растения, их изменчивость и корреляцию с продуктивностью растений пшеницы. Это позволит уточнить методику аналоговой селекции и наметить пути её совершенствования.

Цель исследования

Провести сравнительную оценку аналогов сорта Эритроспермум 59 и исходных родительских форм по основным хозяйственно-ценным признакам и параметрам органов фотосинтеза.

Материал и методы исследования

Материалом для исследования служили аналоги сорта яровой мягкой пшеницы Эритроспермум 59 (сорт ОмГАУ 90 (Эритроспермум 157-00) и его сестринская линия Эритроспермум 78-99) и исходные родительские формы – Эритроспермум 59 (рекуррентный родитель), Терция (донор).

Опыт был заложен на опытном поле ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. А.П. Столыпина в 2013–2014 гг. Аналоги и родительские формы высевались на делянках площадью 2 м², предшественник – чистый пар, повторность четырёхкратная. В течение вегетации проводили учёты, фенологические наблюдения и оценку устойчивости к полеганию и болезням, согласно общепринятым методикам [4]. Площадь ассимиляционной поверхности флагового листа главного стебля определяли по формуле В.В. Аникеева, Ф.Ф. Кутузова [1], ассимиляционную поверхность влагалища листа – по формуле площади цилиндра, площадь поверхности стебля по формуле площади усечённого конуса, площадь колоса – по формуле площади призмы. Средняя длина остей определялась путём измерения их у пятого и шестого снизу колосков [1, 3].

Измерения ассимиляционной поверхности листьев проводили на помеченных этикетками растениях в фазу восковой спелости. Растения для измерений выбирали в центральной части делянки. Эти же растения использовались в последующем для анализа элементов продуктивности растений. Диаметр стебля и влагалища листа определяли с

помощью цифрового штангенциркуля ШЦЦ -1-150-0,01 «Ермак». Оценка содержания протеина и клейковины проводилась на инфракрасном анализаторе «ИнфРАЛЮМ ФТ-10».

Многомерный статистический анализ проводили в программе STATISTICA 8. При построении дендрограмм использовалась Евклидова метрика. Коэффициенты корреляции и вариации определяли с помощью пакета программ Microsoft Excel. Существенность различий между аналогами и родительскими формами по выраженности изучаемых признаков определяли с помощью дисперсионного анализа [4].

Результаты исследований и их обсуждение

Прежде чем перейти к сравнительной оценке аналогов и родительских форм целесообразно показать выявленные различия между родительскими сортами. Сорт Терция, использованный в качестве донора при создании изучаемых аналогов, имеет ряд признаков, существенно отличающих его от рекуррентного родителя – сорта Эритроспермум 59. Терция в оба года исследований отличалась более высоким ростом – на 10,1 и 8,4 см, соответственно в 2013 г. и 2014 г.

Кроме того, сорт-донор имел более крупное зерно – на 5,2 и 2,4 г соответственно в 2013 г. и 2014 г., причём в 2013 г. превышение по данному признаку было существенным при $P = 0,05$. В более благоприятном 2014 г. отмечено также существенное превышение по выраженности $K_{\text{хоз.}}$ главного колоса у Терции над сортом Эритроспермум 59 (на 9,1 %), а также по плотности колоса (на 0,9 колосков на 10 см колосового стержня).

Наиболее многочисленные различия отмечены по признакам, характеризующим фотосинтезирующие органы растений. Сорт Терция имел существенно более широкий флаговый лист в оба года исследований (2013 г., 2014 г.) – на 2,2 и 2,3 мм соответственно в сравнении с материнской формой. По площади листа различия также были положительными и составили 4,2 и 6,8 см² соответственно в 2013 и 2014 гг., т. е. в более благоприятный год различия выше, чем в более засушливый. Однако по длине листа родительские сорта не различались. Площадь стебля у сорта Терция была на 8,3 и 5,0 см² выше соответственно в 2013 г. и 2014 г. по сравнению с сортом Эритроспермум 59, что объясняется положительным и существенным различием в длине стебля.

По диаметру стебля в нижней и верхней частях родительские сорта не отличались друг от друга. В условиях засухи 2013 г. длина влагалища флагового листа и его площадь у сорта Терция были существенно выше, чем у рекуррентного родителя. В 2014 г. по данному признаку родительские сорта не отличались. Сорт Терция имел существенно больший по толщине колос – на 1,2 и 0,8 мм (соответственно в 2013 г. и 2014 г.). Однако по ширине колоса сорт-донор уступал рекуррентному родителю, причём в 2014 г. существенно (на 1,1

мм меньше). По длине, площади колоса и общему числу колосков родительские сорта не отличались друг от друга.

Таким образом, кроме устойчивости к бурой листовой ржавчине сорт Терция в скрещиваниях представлял интерес также и по ряду других признаков: повышенные показатели массы 1000 зёрен и $K_{\text{хоз}}$ главного колоса, более широкий флаговый лист, длинное, с высокой площадью влаги лице флагового листа, большая толщина и плотность колоса.

Аналоги сорта Эритроспермум 59 создавались путём четырёхкратного возвратного скрещивания с рекуррентным родителем. Доля зародышевой плазмы (ядерных генов), полученной от донора (сорта Терция), составила $(0,5)^5 \cdot 100 \approx 3\%$. Остальные 97% ядерных генов приходится на рекуррентный сорт Эритроспермум 59. Кроме того, все цитоплазматические гены передаются также от рекуррентного сорта. Поэтому наблюдаемые нами различия аналогов от рекуррентного родителя, включая устойчивость к бурой ржавчине, можно объяснить за счёт генетического материала сорта донора. Кроме того, как отмечают Ф. Бриггс и П. Ноулз [2], при небольшом числе беккроссов остаётся некоторый резерв генетической изменчивости для проведения дальнейшего отбора на продуктивность и урожайность. В нашем случае при четырёх беккроссах среднее число гомозиготных локусов в популяции составит $(2^4 - 1) / 2^4 \cdot 100 \approx 94\%$, при этом гомозиготные локусы соответствуют генотипу рекуррентного родителя, а не генам обоих родителей в различных комбинациях как при самоопылении. Следовательно, около 6% гетерозиготных локусов и составляют тот резерв генетической изменчивости, который был использован для отбора на продуктивность.

Анализируя **различия аналогов и родительских форм**, отметим, в засушливом 2013 г. оба аналога превзошли исходный материнский сорт Эритроспермум 59 и сорт-донор Терция по урожайности. Отклонение для сорта ОмГАУ 90 составило 10 и 21 г/м², а для аналога Эритроспермум 78-99 – 51 и 62 г/м² соответственно по материнскому и отцовскому родительским сортам, причём аналог Эритроспермум 78-99 имел существенно высокое отклонение по рассматриваемому признаку. Это говорит о большей засухоустойчивости аналога данного аналога по сравнению с сортом ОмГАУ 90. Преимущество по урожайности аналогов перед родительскими формами были обусловлены, прежде всего, высокой озернёностью главного колоса и всего растения, повышенной массой 1000 зёрен и в целом высокой продуктивностью главного колоса и растения. Доля зерна в общем биологическом урожае растения ($K_{\text{хоз}}$) также существенно выше у аналогов по сравнению с обеими родительскими формами.

В 2014 г. не выявлено существенных различий по урожайности между изучаемыми сортами и формами. Однако по отдельным элементам структуры урожая у аналогов

Эритроспермум 59 были преимущества. Так, аналог Эритроспермум 78-99 существенно превзошёл родительские формы по продуктивной кустистости (на 0,39 и 0,29 шт. соответственно). Кроме того, рассматриваемый аналог имел преимущество по $K_{\text{хоз}}$ главного колоса (на 3,5 %) перед рекуррентным родителем – сортом Эритроспермум 59 и имел повышенную плотность колоса (на 0,6 колосков на 10 см колосового стержня).

Таким образом, в результате аналоговой селекции удалось существенно увеличить ряд элементов продуктивности у аналогов не только по сравнению с исходным сортом, но в ряде случаев превзойти по выраженности данных признаков и сорт-донор.

Что касается характеристики **фотосинтезирующих органов** растения, аналоги имели в целом более укороченный лист в условиях 2013 г. по сравнению с исходным материнским сортом Эритроспермум 59. Однако по ширине листа у аналога Эритроспермум 78-99 были существенные преимущества перед рекуррентным родителем (на 1,2 мм). Аналог ОмГАУ 90 на 0,13 см превзошёл Эритроспермум 59 по диаметру влагалища флагового листа. Колос был более широким у аналогов по сравнению с рекуррентной родительской формой, причём у аналога Эритроспермум 78-99 различия были существенны (+1,1 мм), однако по длине колоса аналоги уступали родительским формам.

В более благоприятном 2014 г. не было выявлено преимуществ аналогов перед родительскими формами по длине, ширине и площади флагового листа, площади стебля и влагалища листа, толщине и длине колоса. Однако колос у аналогов был более широким. Особенно существенное отклонение отмечалось по сорту-аналогу ОмГАУ 90 в сравнении с донором Терция (+1,8 мм).

По длине и площади остей в оба года исследований различий не выявлено. Интересно отметить, что в 2014 г. сами аналоги существенно отличались друг от друга по длине и площади остей, причём ОмГАУ 90 имел большую выраженность данных признаков по сравнению с аналогом Эритроспермум 78–99.

На дендрограммах (рис. 1–4) показано, что родительские сорта и аналоги распределяются в отдельные различные кластеры в зависимости от анализируемых признаков.

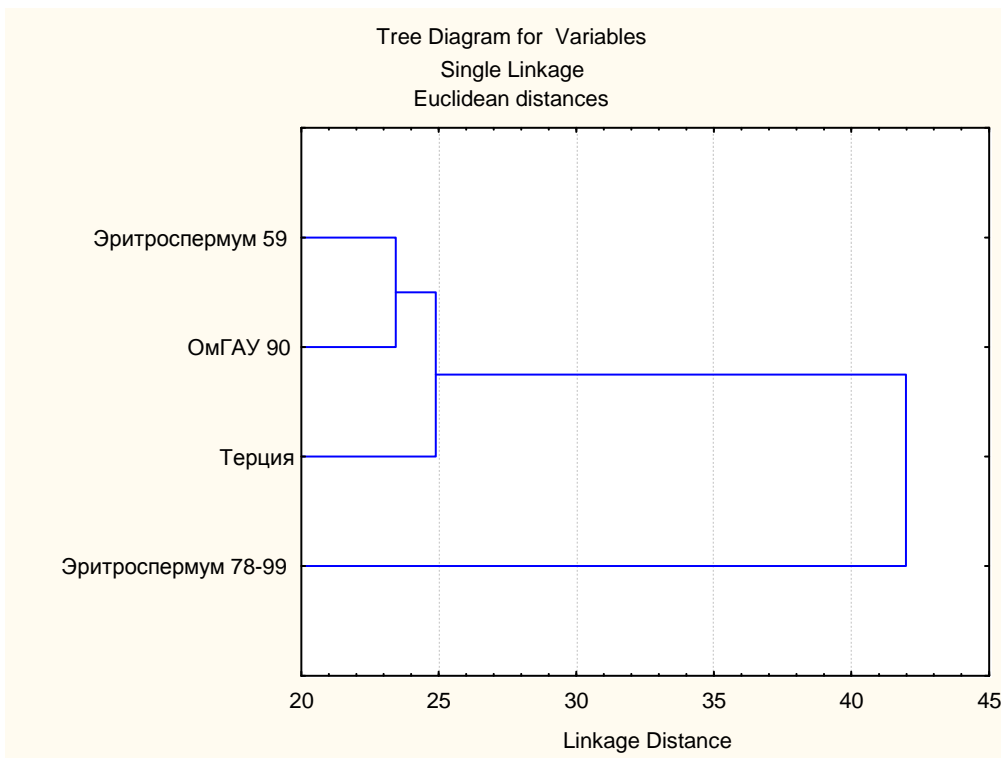


Рис. 1. Дендрограмма сходства и различия по элементам структуры урожая (2013 г.)

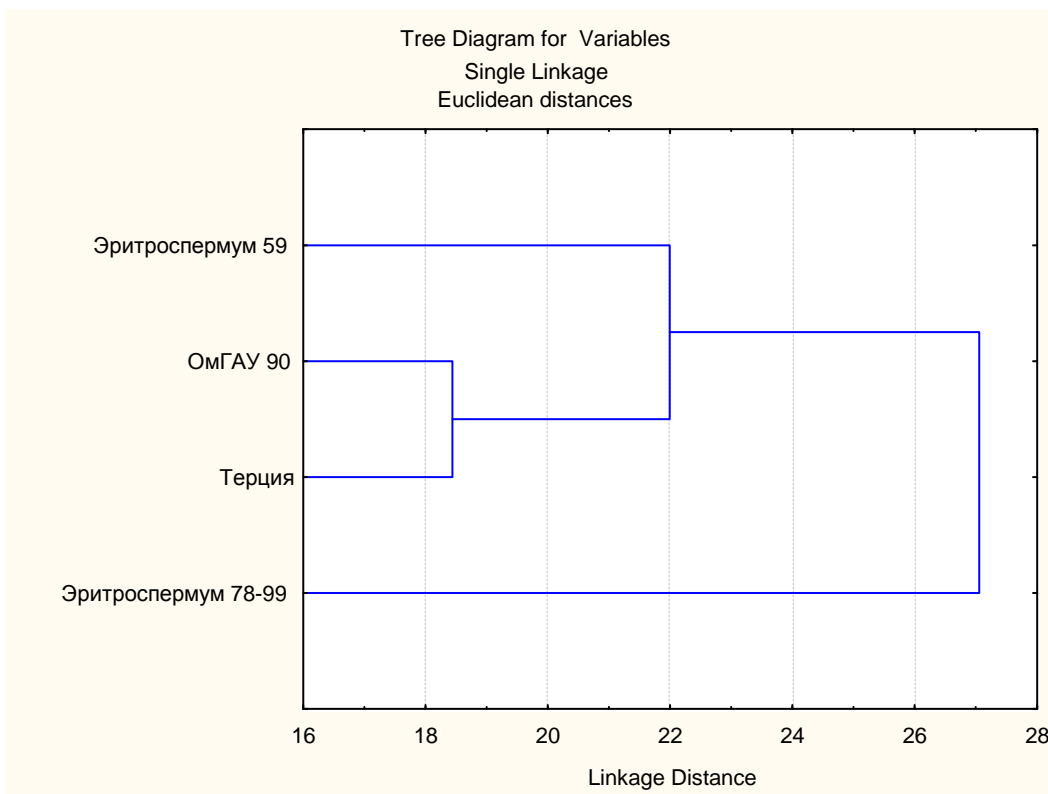


Рис. 2. Дендрограмма сходства и различия по элементам структуры урожая (2014 г.)

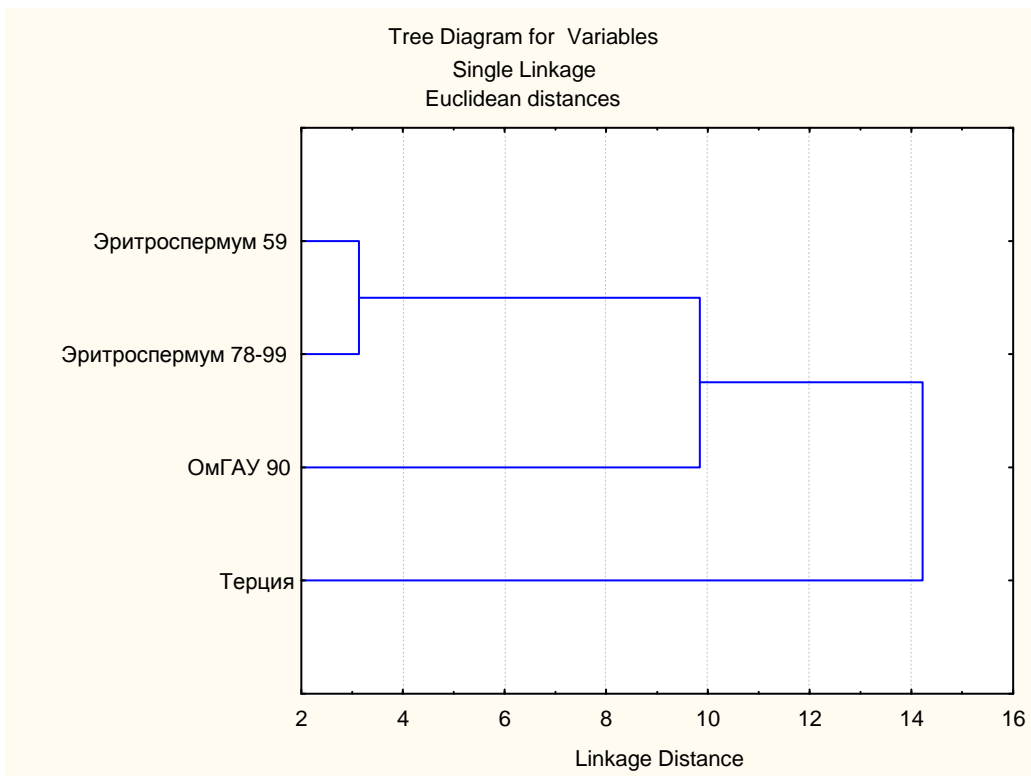


Рис. 3. Дендрограмма сходства и различия по параметрам фотосинтезирующих органов растений (2013 г.)

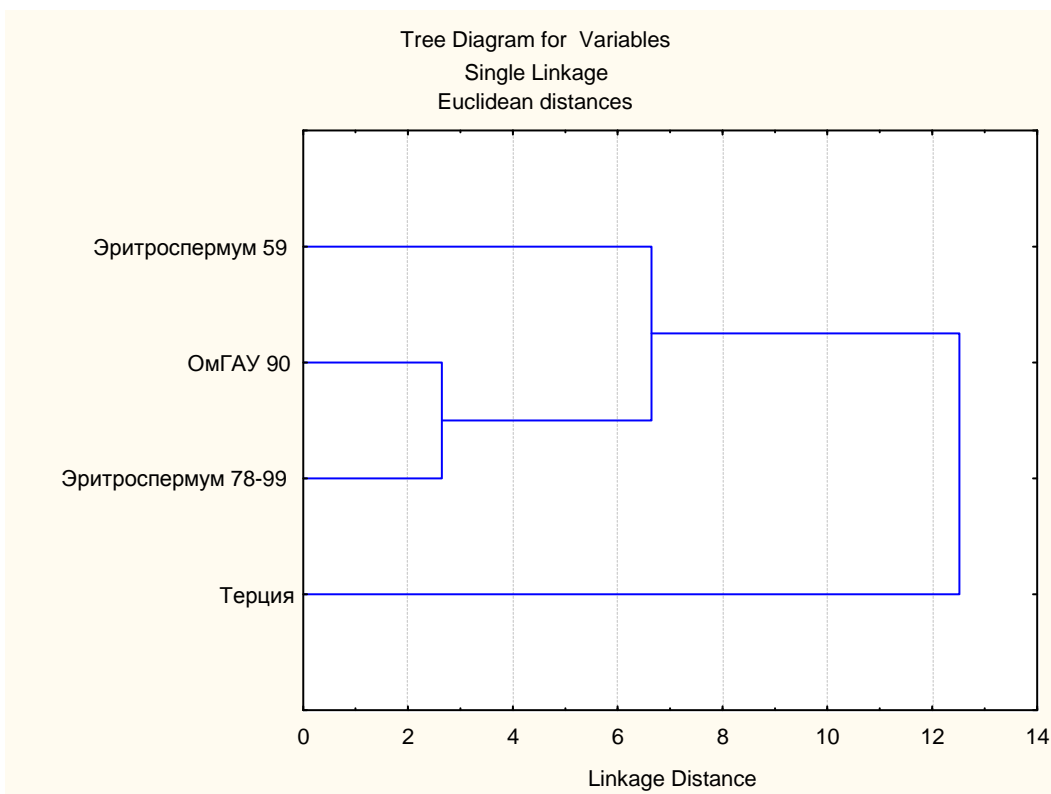


Рис. 4. Дендрограмма сходства и различия по параметрам фотосинтезирующих органов растений (2014 г.)

Так, если рассматривать комплекс элементов структуры урожая, то аналог Эритроспермум 78-99 отстоит дальше всех по евклидову расстоянию (17 и 5 евклидовых единиц соответственно в 2013–2014 гг.) от других изучаемых сортов и аналогов, образующих отдельный кластер, в котором сорт ОмГАУ 90 незначительно отстоит от родительских сортов: в 2013 г., рядом с исходным сортом Эритроспермум 59 и на расстоянии 1,5 евл. ед. от сорта Терция, а в 2014 г. – рядом с сортом Терция и на расстоянии 3,5 евл. ед. от рекуррентного сорта Эритроспермум 59.

Другая картина наблюдается по признакам, характеризующим фотосинтезирующие органы растений, т.е. в основном это внешние морфологические признаки. В данном случае рекуррентный сорт вместе со своими аналогами образуют отдельный кластер, внутри которого между аналогами и рекуррентным сортом также наблюдается определённая дистанция. Сорт Терция располагается отдельно от образованного кластера на разном расстоянии в зависимости от условий года.

Так в 2013 г. аналог Эритроспермум 78-99 располагается на дендрограмме рядом с рекуррентным родителем и на расстоянии 7 евл. ед. от сорта ОмГАУ 90. Терция отстоит от образованного кластера на 4 евл. ед. Следовательно, по параметрам ассимилирующих органов в более засушливых условиях 2013 г. аналог Эритроспермум 78-99 более схож с рекуррентным родителем, а его сестринская линия – сорт ОмГАУ 90 в отношении рассматриваемых признаков более близок сорту Терция.

В 2014 г. аналоги располагаются на дендрограмме рядом друг с другом и на расстоянии 4 евл. ед. от рекуррентного сорта Эритроспермум 59. Терция отстоит от образованного кластера на 6 евл. ед. Следовательно, в данных условиях аналоги более схожи по признакам ассимилирующих органов растений к рекуррентному сорту Эритроспермум 59, а сорт Терция отстоит от них уже на расстоянии 10 евл. ед.

Таким образом, в процессе аналоговой селекции параметры фотосинтезирующих органов растений в целом существенно не преобразились, за исключением сорта ОмГАУ 90 в условиях 2013 г. По внешним признакам аналоги очень схожи с исходным сортом.

Большое значение в селекции приобретает всестороннее изучение **модификационного варьирования количественных признаков**, в первую очередь тех, которые в наибольшей степени определяют урожайность.

В результате исследования характера варьирования элементов продуктивности растений у аналогов Эритроспермум 59 и родительских форм нами выявлено: масса 1000 зёрен и продуктивность главного колоса отличались большей стабильностью у аналогов по сравнению с исходным сортом Эритроспермум 59 в оба года исследований.

В более неблагоприятном 2013 г., кроме того, аналог Эритроспермум 78-99 отличался большей стабильностью также и по озернённости главного колоса ($CV=19,6\%$), в то время как у исходного сорта Эритроспермум 59 данный показатель был равен 26,3 %. Изменчивость $K_{\text{хоз}}$ главного колоса в условиях 2014 г. у аналогов была также ниже, чем у улучшаемого сорта. Это говорит об их лучшей приспособленности к неблагоприятным условиям среды, т. е. в основном к недостатку осадков, повышенной температуре и поражению болезнями. Изменчивость массы 1000 зёрен и массы зерна главного колоса была выше в 2014 г., когда процесс налива был нарушен у части растений изучаемых сортов и форм в результате сильного поражения стеблевой ржавчиной. Повышение коэффициента варьирования в условиях 2014 г. отмечалось и по продуктивной кустистости из-за пониженного количества осадков в первой декаде июня и сильного развития мучнистой росы.

Большой интерес для селекции представляет изучение **изменчивости параметров фотосинтезирующих органов растений** у аналогов и их родительских форм, поскольку от уровня варьирования данных признаков зависят перспективы их использования при отборе на продуктивность.

Признаки фотосинтезирующих органов распределились в три группы – *признаки с низким коэффициентом варьирования* ($CV < 10\%$): в 2013 году – длина и диаметр влагалища флагового листа, толщина колоса, в 2014 году – длина стебля и влагалища флагового листа, толщина колоса. *Высоким коэффициентом варьирования* ($CV > 20\%$) в оба года исследований характеризовалась площадь флагового листа. Остальные признаки имели *средний коэффициент варьирования* ($CV = 11-20\%$).

Наиболее удобными для отбора на продуктивность будут те признаки, которые тесно связаны с продуктивностью растений и имеют невысокий коэффициент варьирования.

Особый интерес представляет **изучение взаимосвязи различных признаков**, характеризующих фотосинтезирующие органы с продуктивностью растений.

Положительной, достоверной взаимосвязью с продуктивностью растений в оба года исследований практически по всем изучаемым сортам и аналогам обладают следующие признаки фотосинтезирующих органов: диаметр стебля в нижней и особенно в верхней части стебля; площадь стебля; длина, диаметр и площадь влагалища флагового листа; ширина и площадь колоса. По ширине флагового листа, площади и длине колоса взаимосвязь с продуктивностью усилилась в 2014 г. Данные признаки можно рекомендовать в качестве маркерных при отборе на продуктивность.

Следует отметить, что взаимосвязь длины и площади остей с продуктивностью растения усилилась в более засушливых условиях 2013 г. Корреляция длины остей с

продуктивностью в 2014 г. была слабая отрицательная. Это свидетельствует о неодинаковой роли остей в годы с разной влаго- и теплообеспеченностью. Очевидно, что в засушливых условиях значение рассматриваемых признаков возрастает.

Практически по всем сортам и аналогам взаимосвязь продуктивности растений с её элементами была положительной и достоверной, однако в более засушливых условиях 2013 г. взаимосвязь указанных признаков ослабла по некоторым изучаемым сортам и формам. Так, у сортов Эритроспермум 59 и Терция коэффициент корреляции оказался слабым положительным и даже отрицательным и недостоверным по числу продуктивных колосков, в отличие от аналогов. У аналогов взаимосвязь с массой 1000 зёрен установлена на уровне критических значений, т. е. была положительной, но недостоверной.

Результаты оценки устойчивости к болезням показали, что в 2013 г. аналоги Эритроспермум 157-00 (ОмГАУ 90) и Эритроспермум 78-99 отличались от своих родительских форм иммунитетом к бурой ржавчине. Стандарт восприимчивости, которым был обсеян опыт, был поражён на 100 % . Сорт Эритроспермум 59 поражался бурой ржавчиной на 10 %. Среди растений сорта Терция встречались как полностью иммунные, так и восприимчивые растения (степень поражения 5 %, балл 3), однако пустулы были мелкие, часто с хлорозом и некрозом. Это говорит о частичном снижении эффективности гена Lr-Tr.

Стеблевая ржавчина поразила все изучаемые сорта и аналоги. Стебли были поражены на 30 %, а листья в разной степени в зависимости от генотипа, но степень поражения не превышала 5 %.

Мучнистая роса поразила все изучаемые сорта и аналог Эритроспермум 157-00 на 7 баллов, кроме аналога Эритроспермум 78-99, который был поражён на 6 баллов.

В 2014 г. степень поражения бурой ржавчиной сорта Эритроспермум 59 увеличилась на 10 %, а стеблевой ржавчиной на 20 и 5 % соответственно на стеблях и листьях. Аналоги сорта Эритроспермум 59 имели небольшое количество пустул с хлорозом и некрозом бурой ржавчины (до 5 %), поражение стеблевой ржавчиной было такое же, как у рекуррентного сорта, полностью иммунных растений замечено не было. Сорт Терция поражался бурой ржавчиной на 10 %, по поражению стеблевой ржавчиной, данный сорт не отличался от остальных изучаемых сортов и форм. Степень поражения мучнистой росой усилилась у всех сортов и аналогов на 1 балл.

Тот факт, что аналоги сорта Эритроспермум 59 поражались бурой ржавчиной очень незначительно (от 0/0 до 5/3), позволяет предположить: в генотипе аналогов присутствуют кроме гена Lr-Tr и другие гены устойчивости к бурой ржавчине (предположительно Lr9 и Lr25), обеспечивающие в сочетании с ним высокую устойчивость к данной болезни. Хотя данное предположение требует дальнейшего изучения.

В оба года исследований аналоги имели показатели **содержания белка и клейковины**, характерные для сильной пшеницы. Наибольшие преимущества по содержанию белка в зерна наблюдались у сорта ОмГАУ 90 по сравнению с исходным сортом Эритроспермум 59 в 2013–2014 гг. (на 0,5 % выше реципиента), по содержанию клейковины – на 0,4 % выше, чем у сорта Эритроспермум 59.

Заключение

1. Аналоги сорта Эритроспермум 59 имеют определённые преимущества перед родительскими формами, как по отдельным элементам продуктивности растений, так и по ряду параметров фотосинтезирующих органов растений, обладают повышенной устойчивостью к бурой ржавчине и высокой толерантностью к стеблевой ржавчине, что и обуславливает их высокую урожайность и продуктивность. Кроме того, удалось сохранить высокое содержание протеина и клейковины на уровне требований, предъявляемых к сильным сортам пшеницы.

2. В процессе аналоговой селекции внешние морфологические признаки, к которым относятся параметры ассимилирующих органов растения у аналогов Эритроспермум 59, в целом не подверглись существенным изменениям, в то же время удалось повысить как отдельные элементы продуктивности растений, так и урожайность в целом.

3. Наиболее удобными в качестве маркерных для отбора на продуктивность будут следующие признаки: длина и диаметр влагалища флагового листа, диаметр стебля в нижней и в верхней частях, площадь стебля, ширина и площадь колоса. Данные признаки имеют невысокий уровень варьирования и положительную, достоверную взаимосвязь с продуктивностью растения.

4. Для возделывания, производственного сортоиспытания и внедрения в хозяйствах предлагается сорт яровой мягкой пшеницы ОмГАУ 90, внесенный в Госреестр по 10 (Западно-Сибирскому) региону.

Авторы выражают благодарность коллективу лаборатории селекции яровой пшеницы и озимой тритикале ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина за оказанное содействие в проведении исследований.

Список литературы

1. Аникеев В.В., Кутузов Ф.Ф. Новый способ определения листовой поверхности у злаков // Физиология растений. – 1961. – Т. 8, № 3. – С. 375-377.
2. Бриггс Ф., Ноулз П. Научные основы селекции растений. – М., 1972. – С. 153-165.

3. Голик В.С. Методика замера фотосинтетической поверхности колоса и остей пшеницы как селекционных признаков / В.С. Голик, П. П. Литун, В.С. Аладьин // Селекция и семеноводство. – Киев, 1980. – Вып. 44. – С.29-36.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., перераб. и доп. – М., 1985. – 321 с.
5. Зыкин В.А., Шаманин В.П., Белан И.А. Экология пшеницы. Монография. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2000. – 124 с.
6. Коваль С.Ф., Шаманин В.П., Коваль В.С. Стратегия и тактика отбора в селекции растений. Монография. – Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2010. – 228 с.
7. Козлова Г.Я. Эволюция фотосинтетических показателей пшеницы в процессе селекции / Г.Я. Козлова, Г.Н. Антипова, В.А. Зыкин, И.А. Белан // Проблемы стабилизации и развития сельского хозяйства Казахстана, Сибири и Монголии //М-лы III Междунар. науч.-практич. конференции. – Алматы; Новосибирск, 2000. – 73 с.
8. Трущенко А.Ю. Селекционно-генетическая оценка аналогов сорта Саратовская 29 и создание исходного материала яровой мягкой пшеницы для селекции в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2002. – 16 с.

.

Рецензенты:

Колмаков Ю.В., д.с.-х.н., зав. лабораторией качества зерна, с.н.с., ФГБНУ Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии, г. Омск;
Барайщук Г.В., д.б.н., профессор каф. садоводства, лесного хозяйства и защиты растений ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина, г. Омск.