

УДК 631.52: 633.11 (574.2)

DOI 10.18286/1816-4501-2021-3-126-130

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ, УСТОЙЧИВЫЕ К БУРОЙ РЖАВЧИНЕ

Бабкенова Сандукаш Амантаевна, кандидат сельскохозяйственных наук

Каиржанов Елжас Конспекевич, докторант кафедры «Защита и карантин растений»

Бабкенов Адылхан Темирханович, кандидат сельскохозяйственных наук

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И.Бараева», 021601, Акмолинская область, п. Научный, ул. Бараева 15, Республика Казахстан, e-mail: yelzhas_90@mail.ru

Ключевые слова: яровая пшеница, генетические ресурсы, бурая ржавчина, сорт, селекция, урожайность, вегетационный период.

Бурая (листовая) ржавчина является наиболее распространенным заболеванием пшеницы и встречается на всех континентах и странах, где возделывается эта культура. В Северном Казахстане посевы яровой пшеницы составляют около 9 млн.га. По данным М.К. Койшыбаева, в северном регионе бурая ржавчина и септориоз проявляются часто совместно, при их распространении в период трубкования-колошения пшеницы и сильном развитии потери урожая достигают 30-40 %, в начале налива-молочной спелости зерна – 7-10 %. Среди мер защиты растений от разнообразных заболеваний, вызываемых паразитическими грибами, бактериями, вирусами, а также от повреждения различными насекомыми – наиболее действенным средством борьбы является **Введение** в культуру иммунных сортов. Цель наших исследований – изучить генетические ресурсы яровой пшеницы и выявить новые источники и доноры устойчивости к бурой ржавчине в Северном Казахстане. Подобраны 150 сортов яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Коллекционный питомник яровой мягкой пшеницы посеян в 2-х кратной повторности с площадью делянок 2м². Питомник бурой ржавчины закладывался согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

В результате проведенной работы выявлен 31 новый источник устойчивости к бурой ржавчине: к-29288 (Грузия), Stendal (Италия), Сріблянка, ПХРСВ 02 (Украина), Frontana (Бразилия), Marquis (Канада) и др. Характеризовались устойчивостью к бурой ржавчине и комплексом хозяйственно-ценных признаков 7 сортов: Лютесценс 415/00; Лютесценс 120-03; Лютесценс 16-04; Наатат 4; Сигма; Сибирская 17; Челяба ранняя. Выделенные образцы представляют большой интерес для практической селекции и будут использованы для создания новых сортов яровой пшеницы, обладающих высокой урожайностью и устойчивостью к листовой ржавчине.

Введение

Бурая (листовая) ржавчина является наиболее распространенным заболеванием пшеницы и встречается на всех континентах и странах, где возделывается эта культура. Возбудитель болезни – гриб *Puccinia recondita* Desm. (син. – *Puccinia tritici* Eriks.). В Российской Федерации бурая ржавчина в отдельные годы может охватывать большие территории, при сильном развитии болезни потери могут достигать 20-30%

[1]. В Западной Сибири при эпифитотийном развитии данного заболевания потери зерна достигают 30 % и урожайность пшеницы снижается до 1,5-2 т/га [2].

В Северном Казахстане посевы яровой пшеницы составляют около 9 млн.га. По данным М.К. Койшыбаева, в этом регионе бурая ржавчина и септориоз проявляются часто совместно, при их распространении в период трубкования-колошения пшеницы и сильном развитии

потери урожая достигают 30-40%, в начале налива–молочной спелости зерна – 7-10% [3]. Следовательно, при средней урожайности яровой пшеницы 1,2 т/га, потери зерна могут достигать 0,12-0,36 т/га. или 1-3 млн.тонн зерна в годы сильного развития бурой ржавчины и септориоза на посевах пшеницы.

И.Г. Одинцова с соавторами полагают, что европейская часть бывшего Советского Союза, Северный Казахстан и Западная Сибирь составляют по бурой ржавчине пшеницы один эпидемиологический район, и популяции возбудителя в этих регионах имеют среднее и сильное сходство [4].

Эти данные подтверждаются исследованиями, проведенными Е.И. Гульяевой, в которых определено высокое генетическое сходство омской популяции с североказахстанской и челябинской и умеренное между челябинской и североказахстанской популяциями [5].

Некоторые исследователи сообщают о возможности распространения инфекции бурой ржавчины из Северного Кавказа в соседние регионы, в частности Северный Казахстан и Западную Сибирь воздушными потоками [6].

Среди мер защиты растений от разнообразных заболеваний, вызываемых паразитическими грибами, бактериями, вирусами, а также от повреждения различными насекомыми – наиболее действенным средством борьбы является **Введение** в культуру иммунных сортов. Для создания сортов яровой пшеницы, обладающих резистентностью к бурой ржавчине, необходимо проводить изучение коллекционного материала для выявления новых доноров устойчивости к данному заболеванию.

Цель наших исследований – изучить генетические ресурсы яровой пшеницы и выявить новые источники и доноры устойчивости к листовой ржавчине в Северном Казахстане.

Материалы и методы исследований

Коллекционный питомник закладывался на стационаре отдела селекции яровой пшеницы ТОО «НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева» по чистому плоскорезному пару. Подобраны 150 сортов яровой мягкой пшеницы различного эколого-географического происхождения. Коллекционный питомник яровой мягкой пшеницы посеян в 2-х кратной повторности с площадью делянок 2м² в соответствии с методическими указаниями ВИР по изучению коллекции пшеницы [7]. Посев проведен 25 мая сеялкой ССФК-7, уборка делянок осуществлялась селекционным комбайном Wintersteiger.

В период вегетации растений проводились фенологические наблюдения для определения продолжительности межфазных периодов и вегетационного периода [8].

Устойчивость сортов к поражению болезнями определяют на основе двух ведущих показателей: 1) по внешнему проявлению реакции растения – хозяина на вторжение патогена; 2) по интенсивности проявления заболевания. Устойчивость образцов пшеницы к бурой ржавчине определяли в условиях искусственного заражения. Питомник бурой ржавчины закладывался согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [9]. Посев семян проводили в оптимальные для зоны сроки (20-25 мая), сеялкой СКС-6-10. Для контроля через 10-20 образцов изучаемого материала высевали восприимчивый стандарт – Акмола 2.

Инфекционные питомники бурой стеблевой ржавчины и септориоза закладывали на расстоянии 7-10 км от селекционных питомников и производственных посевов пшеницы и изолированных от них лесополосами. Для инокуляции использовали синтетические популяции *Puccinia recondita*, полученные из НИИ продуктов биобезопасности, п. Отар. В день заражения споры прогревали в течение 30 минут при температуре 45°C, затем выдерживали во влажной камере в течение 6 часов и определяли жизнеспособность спор. Норма расхода спор 10 мг всхожих спор на 1м². Заражение проводили в вечернее время в фазу выхода растений в трубку – начало колошения. Перед заражением опытные делянки обильно поливали водой, растения опыляли смесью спор с мукой в соотношении 1:100. После заражения делянки накрывали полиэтиленовой пленкой, которая снималась через 12-18 часов [10]. Реакцию испытуемых образцов на ржавчину оценивали по следующей шкале: 0-иммунный, R - устойчивый, MR - умеренноустойчивый, MS - умеренновосприимчивый, S - восприимчивый по общепринятой методике [11]. Интенсивность поражения растений определяли по шкале E.V. Mains., H.S. Jakson [12].

Учёты поражаемости образцов ржавчинными заболеваниями проводили не менее 2 раз. Первый – через 8-10 дней после заражения при проявлении на восприимчивых образцах первых пустул, второй раз - через 10 дней. Технология посева и заражения растений стеблевой ржавчиной в инфекционном питомнике аналогична с методикой оценки к бурой ржав-

Таблица 1

Иммунологическая оценка сортообразцов яровой мягкой пшеницы на устойчивость к бурой ржавчине

Сортообразец	Происхождение	Поражение	
		Тип реакции	Интенсивность, %
Акмола 2, стандарт	Казахстан	S	80
Лютесценс 415/00	Россия	R	5
Лютесценс 120-03	Россия	0	0
Александрина	Россия	R	5
Лютесценс 16-04	Россия	MR	5
Лютесценс п 23-18	Россия	MR	10
Лютесценс 205/03-1	Россия	MR	10
Сибирская 17	Россия	R	5
Лютесценс 1147	Россия	0	0
Лютесценс 126-05	Россия	0	0
Лютесценс 128-05	Россия	R	5
Сигма	Россия	MR	10
Челяба ранняя	Россия	0	0
Уральская кукушка	Россия	MR	10
Наатат 4	Сирия	R	5
Ghurab 2	Сирия	0	0
Croc1/ae.squarrosa22	Мексика	MR	30
Самгау	Казахстан	MR	5
K-29288	Грузия	R	10
Stendal	Италия	R	10
Сріблянка	Украина	0	0
Пхрsv 02	Украина	0	0
Елегія миронівська	Украина	MR	10
Любава	Беларусь	MR	10
Немчиновская 1	Россия	R	70
Юбилейная 80	Россия	0	0
Frontana	Бразилия	0	0
Marquis	Канада	0	0
BW 252	Канада	0	0
AC Pomain	Канада	0	0
ND 000597 BUTE 86	США	R	10
PI590576 KULM	США	R	5

чине.

Результаты исследований

Начальным этапом создания исходного материала для селекции сельскохозяйственных растений на невосприимчивость к болезням является формирование банка источников устойчивости. Для этого в 2018-2020 гг. в условиях искусственного инфекционного фона была проведена иммунологическая оценка сортообразцов яровой пшеницы к возбудителю *Rustia recondita*, представленных различными эколого-географическими группами: России, Украины, Грузии, Италии, Бразилии, Канады и Казахстана.

В результате скрининга по устойчивости к

бурой ржавчине выделены 22 резистентных образца яровой мягкой пшеницы: к-29288 (Грузия), Stendal (Италия), Сріблянка, ПХРСВ 02 (Украина), Frontana (Бразилия), Marquis (Канада) (таблица 1). В группу умеренно-устойчивых, отнесены 9 образцов яровой мягкой пшеницы: Лютесценс 16-04, Лютесценс П 23-18, Лютесценс 205/03-1; Сигма (Россия), Елегія миронівська (Украина), Любава (Беларусь), Сroc1/Ae.Squarrosa22 (Мексика), Уральская кукушка (Россия) и Самгау (Казахстан).

В наших исследованиях стандартный сорт Акмола 2 сформировал урожайность 276 г/м², превысили стандарт по данному показателю 4 сорта: Лютесценс 415/00; Лютесценс 120-03; Лютесценс 16-04; Лютесценс 128-05 (табл. 2). Вегетационный период стандартного сорта составил 98 дней, созревали раньше стандарта 13 образцов: К-29288; Stendal; Пхрsv 02 и др. К самым скороспелым, которые созревали раньше Акмолы 2 на 10 дней и более, можно отнести следующие 4 сорта: Сигма; Уральская кукушка; Наатат 4 и Самгау. Стандартный сорт Акмола 2 сформировал продуктивную кустистость 1,8 шт. Высокой продуктивной кустистостью характеризовались 6 образцов: Лютесценс 415/00; Лютесценс 120-03; Александрина; Лютесценс 16-04; Лютесценс 126-05; Marquis. Число зерен в колосе у сорта Акмола 2 составило 33 шт., по данному показателю превысили стандарт 4 сорта: Лютесценс п 23-18; Сибирская 17; Сигма; Челябинская ранняя. По массе зерна с колоса превысили стандарт Акмола 2 два сорта: Лютесценс 120-03 и Сибирская 17. Одним из основных элементов продуктивности является масса 1000 зерен. 4 образца сформировали массу 1000 зерен более 40 г: Лютесценс 415/00; Лютесценс 120-03; Челябинская ранняя; Наатат 4.

Обсуждение

При создании нового сорта селекционер должен учитывать множество факторов, обеспечивающих адаптивность сорта к конкретным почвенно-климатическим условиям, позволяющим получать стабильно высокий урожай зерна. Поэтому среди образцов, выделенных по устойчивости к бурой ржавчине, была проведена оценка по комплексу хозяйственно-ценных признаков, таких как урожайность, скороспелость и основные элементы продуктивности.

По комплексу хозяйственно-ценных признаков выделены следующие образцы: Лютесценс 415/00; Лютесценс 120-03; Лютесценс 16-04; Наатат 4; Сигма; Сибирская 17; Челябинская ранняя. Образец Лютесценс 415/00 сформиро-

Таблица 2

Урожайность, вегетационный период и основные элементы структуры продуктивности сортов яровой пшеницы, 2018-2020 гг.

Сортообразец	Происхождение	Урожайность, г/м ²	Вегетационный период, сутки	Высота растения, см	Продуктивная кустистость, шт.	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г.	Масса 1000 зерен, г.
Акмола 2	Казахстан	276	98	77	1,8	33	1,28	38,3
Лютесценс 415/00	Россия	282	98	69	2,0	25	1,01	41,1
Лютесценс 120-03	Россия	401	99	82	2,5	33	1,35	41,6
Александрина	Россия	250	90	71	2,2	24	0,87	36,8
Лютесценс 16-04	Россия	337	97	78	2,3	32	1,22	38,0
Лютесценс п 23-18	Россия	236	95	70	1,4	34	1,23	35,6
Сибирская 17	Россия	270	98	83	1,5	38	1,48	38,5
Лютесценс 1147	Россия	251	96	70	1,7	27	0,98	36,0
Лютесценс 126-05	Россия	219	95	70	1,9	33	1,14	34,3
Лютесценс 128-05	Россия	278	100	67	1,5	30	1,10	36,6
Сигма	Россия	146	85	63	1,0	36	1,06	29,6
Челяба ранняя	Россия	251	97	82	1,6	39	1,66	42,6
Уральская кукушка	Россия	182	87	64	1,8	29	0,86	30,4
Наамам 4	Сирия	119	86	47	1,1	29	1,18	40,9
Самгау	Казахстан	169	83	64	1,4	25	0,98	39,2
К-29288	Грузия	174	91	60	1,4	22	0,76	32,6
Stendal	Италия	144	93	45	1,2	27	1,02	37,1
Пхрсс 02	Украина	129	92	52	1,4	20	0,69	33,5
Frontana	Бразилия	146	108	78	1,4	32	1,16	36,6
Marquis	Канада	143	107	73	2,1	31	0,87	28,0

вал урожайность 282 г/м², что на 6 г выше чем у стандартного сорта. Данный образец превышает стандарт по продуктивной кустистости на 0,2 шт., массе 1000 зерен на 2,8 г и характеризуется высокой устойчивостью к бурой ржавчине (5R). Линия Лютесценс 120-03 созревала на уровне сорта Акмола 2, но превышала его по урожайности на 125 г. Превышение по урожайности обеспечивалось за счет таких элементов продуктивности, как продуктивная кустистость - 2,5 шт., масса зерна с колоса - 1,35 г и масса 1000 зерен - 41,6 г. Реакция на поражение бурой ржавчиной у данного образца составила 0 баллов. Большой интерес для селекции представляют скороспелые образцы. Так, сорт Сигма созрел на 13 дней раньше стандартного сорта, но при этом уступал ему по урожайности. К другим преимуществам данного сорта относится его короткостебельность - 63 см. По устойчивости к бурой ржавчине относится к умеренным сортам - 10MR. Сорт Наамам 4 так же как и сорт Сигма характеризуется скороспелостью - 86 дней, короткостебельностью - 47 см и высокой устойчивостью к бурой ржавчине - 5R.

Заключение

В результате проведенных исследований

выявлен 31 новый источник устойчивости к бурой ржавчине: к-29288 (Грузия), Stendal (Италия), Сріблянка, ПХРСВ 02 (Украина), Frontana (Бразилия), Marquis (Канада) и др. Характеризовались устойчивостью к бурой ржавчине и комплексом хозяйственно-ценных признаков 7 сортов: Лютесценс 415/00; Лютесценс 120-03; Лютесценс 16-04; Наамам 4; Сигма; Сибирская 17; Челябинская ранняя. Выделенные образцы представляют большой интерес для практической селекции и будут использованы для создания новых сортов яровой пшеницы, обладающих высокой урожайностью, скороспелостью и устойчивостью к листовой ржавчине.

Библиографический список

1 Санин, С. С. Фитосанитарная обстановка на посевах пшеницы в Российской Федерации (1991-2008) Аналитический обзор / С. С. Санин // Защита и карантин растений. - 2010. - № 2. - С. 70-87.

2 Создание генетического разнообразия пшеницы по устойчивости к болезням в условиях Западной Сибири / В. П. Шаманин, И. В. Потоцкая, А. С. Чурсин, О. Г. Кузьмин, С. С. Шепелев, В. Е. Пожерукова, А. И. Моргунов // Идеи Н.И. Вавилова в современном мире : тезисы докладов IV Вави-

ловской Международной конференции. – Санкт-Петербург, 2017. – С. 332–333.

3 Койшыбаев, М. Болезни пшеницы. (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО)) / М. Койшыбаев. – Анкара, 2018. – 365 с.

4 Связь между популяциями возбудителя бурой ржавчины пшеницы на территории СССР и ее значение для селекции / И. Г. Одинцова, Л. Ф. Шеломова, А. А. Аманов, Х. О. Пеуша // Защита растений. – 1989. – № 3. – С. 13-18.

5 Структура популяций листовых патогенов яровой пшеницы в западноазиатских регионах России и Северном Казахстане в 2017 году / Е. И. Гультяева, Н. М. Коваленко, В. П. Шаманин, В. А. Тюнин, Е. Р. Шрейдер, Е. Л. Шайдаук, А. И. Моргун // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – № 22(3). – С. 363-369.

6 Михайлова, Л. А. Особенности взаимоотношений патогенов и растение-хозяина в патосистемах *Pyrenophora tritici – repentis – Triticum Cochlibolus sativus – Triticum* / Л. А. Михайлова, Н. М. Коваленко, С. Г. Гоголева // Фитосанитарное оздоровление экосистем : материалы Междуна-

родной научной конференции. – Санкт-Петербург, 2005. – С. 515-518.

7 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.]. – Санкт-Петербург : ВИР, 1999. – 81 с.

8 Методика оценки селекционных форм и сортов мягкой пшеницы при испытании на отличимость, однородность и устойчивость к факторам среды : методические рекомендации / В. А. Зыкин, Л. П. Росеева, И. А. Белан, Р. К. Кадиков. – Уфа, 2004. – 39 с.

9 Методика проведения сортоиспытания сельскохозяйственных растений. – Астана, 2011. – 126 с.

10 Методические указания по оценке сортов зерновых культур на устойчивость к ржавчине в полевых условиях. – Москва : Колос, 1975. – 8 с.

11 Wheat Rusts / McIntosh [et al.] // An Atlas of Resistance Genes. CSIRO. – Australia, 1995. – 200 p.

12 Mains, E. B. Physiologic Specialisation in the Leaf Rust of Wheat *Puccinia triticiana* Erikss / E. B. Mains, H. S. Jackson // Phytopatology. – 1926. – № 16. – P. 89-120.

GENETIC RESOURCES OF SPRING WHEAT RESISTANT TO BROWN RUST

Babkenova S.A., Kairzhanov E.K., Babkenov A.T.

TOO “Scientific and Production Center of Grain Farming named after A.I. Baraev”, 021601, Akmola region, Nauchnyi v., Baraeva st., 15, Republic of Kazakhstan, e-mail: yelzhas_90@mail.ru

Key words: spring wheat, genetic resources, brown rust, variety, selection, productivity, growing season.

Brown (leaf) rust is the most common wheat disease and is found on all continents and countries where this crop is cultivated. Spring wheat occupies about 9 million hectares in Northern Kazakhstan. According to M.K. Koishybaev, brown rust and Septoria spot often appear together in the northern region, when they spread during the shooting-earring period and in case of wide progression, yield losses reach 30-40%, at the beginning of the filling- grain milk ripeness period - 7-10%. Among plant protection measures from various diseases caused by parasitic fungi, bacteria, viruses, as well as from damage by various insects, the most effective is introduction of immune varieties into the culture. The aim of our research is to study the genetic resources of spring crops and to identify new sources and donors of leaf rust resistance in northern Kazakhstan. In total, 150 varieties of spring bread wheat of various ecological and geographical origin were selected. The collection seed plot of spring soft wheat was sown in 2 replications, with a plot area of 2m². The brown rust plot was laid according to the methodology of the State Variety Testing of Agricultural Crops. As a result of the work carried out, thirty-one new sources of resistance to leaf rust were identified: k-29288 (Georgia), Stendal (Italy), Sriblyanka, PKHRV 02 (Ukraine), Frontana (Brazil), Marquis (Canada), etc. Seven varieties were characterized by resistance to leaf rust and a complex of economically valuable traits: Lutescens 415/00; Lutescens 120-03; Lutescens 16-04; Haamam 4; Sigma; Sibirskaia 17; Chelyaba early. The selected samples are of great interest for practical breeding and will be used to create new varieties of spring wheat with high productivity and resistance to leaf rust.

Bibliography:

1. Sanin S.S. Phytosanitary Situation on wheat crops in the Russian Federation (1991-2008) Analytical Review / S.S. SANIN // Plant protection and quarantine. - 2010. - № 2. - P. 70-87.
2. Creation of genetic diversity of wheat by disease resistance in Western Siberia / V.P. Shamanin, I.V. Pototskaya, A.S. Chursin, O. G. Kuzmin, S.S. Shepelev, V.E. Pozherukova, A.I. Morgunov // “Ideas of N.I. Vavilov in the modern world”: Abstracts of the IV Vavilov international conference. - St. Petersburg, 2017. - P. 332–333.
3. Koishybaev, M. Wheat diseases. (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)) / M. KOISHYBAEV. - Ankara, 2018. - 365 p.
4. Connection between populations of wheat leaf rust agent in the USSR and its importance for breeding / I.G. Odintsova, L.F. Shelomova A.A. Amanov, Kh.O. Peusha // Plant Protection. - 1989. - № 3. - P. 13-18.
5. Population structure of leaf pathogens of spring wheat in the West Asian regions of Russia and Northern Kazakhstan in 2017 / E.I. Gulyaeva, N.M. Kovalenko, V.P. Shamanin, V.A. Tyunin, E.R. Schrader, E.L. Shaydayuk, A.I. Morgunov // Vavilov Journal of Genetics and Breeding. - 2018. - № 22 (3). - P. 363-369.
6. Mikhailova, L.A. Peculiarities of the relationship between pathogens and the host plant in the pathosystems *Pyrenophora tritici – repentis – Triticum Cochlibolus sativus – Triticum* / L.A. Mikhailova, N.M. Kovalenko, S.G. Gogoleva // materials of the international scientific conference “Phytosanitary Rehabilitation of Ecosystems”. - SPb, 2005. - P. 515-518.
7. Merezko, A.F., Udachin R.A., Zuev E.V. Replenishment, preservation in a life form and study of the world collection of wheat, aegilops and triticales: guidelines / A.F. Merezko, R.A. Udachin, E.V. Zuev. - SPb.: VIR, 1999. - 81 p.
8. Methodology for assessing breeding forms and varieties of common wheat when testing for distinctness, uniformity and resistance to environmental factors. - Ufa, 2004. - 39 p.
9. Methodology for conducting variety testing of agricultural plants. - Astana, 2011. - 126 p.
10. Guidelines for assessment of grain varieties for resistance to rust in field conditions. - M.: Kolos, 1975. - 8 p.
11. McIntosh et al. Wheat Rusts / An Atlas of Resistance Genes. CSIRO. - Australia, 1995. - 200 p.
12. Mains, E.B. Physiologic Specialization in the Leaf Rust of Wheat *Puccinia triticiana* Erikss / E.B. Mains, H.S. Jackson // Phytopatology. - 1926. - № 16. - P. 89-120.