

Растениеводство

УДК 633.111"321":575.222.73:631.524.86

ОЦЕНКА НАБОРА ИНТРОГРЕССИВНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ СЕЛЕКЦИИ НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ К РАСЕ СТЕБЛЕВОЙ РЖАВЧИНЫ Ug99+Sr24 (ТТКСТ)

С.Н.Сибикеев¹, доктор биологических наук, Т.С.Маркелова¹, доктор сельскохозяйственных наук, А.Е.Дружин¹, М.Л.Веденева¹, кандидаты сельскохозяйственных наук, Д.Сингх², доктор (Представлено членом-корреспондентом Россельхозакадемии Н.С.Васильчуком)

¹Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока, 410010, Саратов
²Kenyan Agricultural Research Institute National Plant Breeding Centre, Njoro (KARI) P.O. Njoro, Kenya
 E-mail: sibikeev_sergey@mail.ru

В условиях естественной эпифитотии стеблевой ржавчины, вызываемой Puccinia graminis f. sp. tritici раса Ug99 + Sr24 (ТТКСТ), в международном инфекционном питомнике KARI (Кения) оценен набор интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы селекции Научно-исследовательского института сельского хозяйства Юго-Востока. Выявлены новые устойчивые к патогену источники, определены эффективные гены резистентности.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, интрогрессивные линии, устойчивость к Ug99 + Sr24 (ТТКСТ)

Key words: spring breed wheat, introgressive lines, resistance to Ug99 + Sr24 (ТТКСТ)

Стеблевая ржавчина, вызываемая грибом *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, – одно из самых вредоносных и опасных заболеваний мягкой пшеницы. Последние 40 лет в мировом производстве пшеницы эпифитотии этого гриба удавалось сдерживать благодаря генетической защите и в первую очередь гену *Sr31*, что, однако, и создало пандемическую ситуацию. С возникновением в 1999 г. в Уганде расы Ug99, или ТТКСК по североамериканской номенклатуре [1], пандемия стеблевой ржавчины охватила множество стран Африки и ближнего Востока [2]. Для России сложилась реальная угроза, поскольку эта раса с некоторыми изменениями отмечена в Турции и на северо-западе Ирана [3], кроме того, она эволюционирует в сторону большей вирулентности. Так, ранее устойчивый к ней ген *Sr24* был преодолен в 2006 г. [4], возникла раса Ug99 + Sr24 (ТТКСТ), ген *Sr36* был также преодолен, в результате появилась раса Ug99 + Sr36 (ТТТСК) [5], и этот процесс продолжается. Для защиты от Ug99 доктором Борлаугом (США) в 2005 г. создана международная кооперация ученых под эгидой FAO – Borlaug Global Rust Initiative (BGRI). Наибольшее распространение и ежегодное постоянное проявление рас *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* отмечены в Кении, где по инициативе ученых CIMMYT, с 2005 г. в местечке Njoro на базе Кенийского сельскохозяйственного исследовательского института (KARI) стали проводить оценку генетических источников мягкой пшеницы из институтов и центров различных стран.

Цель настоящего исследования – оценка на устойчивость к расе *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Ug99 + Sr24 (ТТКСТ) набора интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы селекции НИИСХ Юго-Востока в условиях инфекционных питомников Njoro (Кения) в 2010 г. и выявление генетических источников устойчивости к этому патогену.

Методика. Материал, насчитывающий 58 интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы селекции НИИСХ Юго-Востока, посеян осенью 2009 г. в инфекционном питомнике KARI. Линии высевали двухрядковыми делянками длиной 1 м, перпендикулярно им – рядки из смеси восприимчивых линий с генами *Sr31* и *Sr24*. Оценку проводили 2 раза по модифицированной шкале Cobba и реакции хозяина на внедрение патогена: R= устойчивый – 1 балл; TR= единичные пустулы, некротичные пятна, устойчив – 1 балл; MR= умеренно устойчивый – 2 балла; MS= умеренно восприимчивый – 2-3 балла; M= промежуточный между устойчивым и восприимчивым – 2-3 балла; MSS= от умеренно восприимчивого до восприимчивого – 4 балла; TS= единичные пустулы, восприимчивый тип – 3-4 балла; S= восприимчивый – 4 балла; различные оценки одной линии означают смесь или расщепление внутри нее. Вегетационный сезон был влажный, с декабря 2009 г. по апрель 2010 г. выпало 700 мм осадков. Инфекционная нагрузка очень высокая, степень поражения контрольных восприимчивых рядков достигала 100 %, и они практически погибли. Оценку проводили 17 марта и 20 апреля.

Результаты и обсуждение. Интрогрессивные линии в основном защищены геном *Sr25* и комбинациями с ним: *Sr25 + Sr31*, *Sr25 + Sr24*, *Sr25 + SrKuk* (табл.). Эффективность гена *Sr25* против Ug99 сохраняется во всех зонах распространения этой расы [2]. Как известно, ген *Sr25* сцеплен с геном устойчивости к листовой ржавчине *Lr19* и находится в одной транслокации T7DS-7DL-7Ae#1L от *Agropyron elongatum* Host. В НИИСХ Юго-Востока проводили широкие исследования по использованию гена *Lr19* в защите от листовой ржавчины. Однако с 1994 г. ген устойчивости к листовой ржавчине был преодолен [6], поэтому для обеспечения эффективной защиты от патогена по-

Устойчивость набора интрогрессивных линий яровой мягкой пшеницы к Ug99 + Sr24 (ТТКСТ)

Номер линии	Родословная	Sr-гены	Ug99 + Sr24 (ТТКСТ)	
			17.03.10	20.04.10
Стандарт		31, 24		100 S
6251	Saratovskay 29/ <i>T.persicum</i> // <i>T.dicoccum</i> (1)	?	5R MR	5RMR
6252	Saratovskay 58// <i>T.dicoccum</i> / <i>Ae.squarrosa</i> (1)	?	TR	5R
6253	Saratovskay 58// <i>T.dicoccum</i> / <i>Ae. squarrosa</i> (2)	?	5R MR	10R
6254	Saratovskay 29/ <i>T.persicum</i> // <i>T.dicoccum</i> (2)	?	5R MR	5R
6255	Saratovskay 58// <i>T.dicoccum</i> / <i>Ae. squarrosa</i> (1)	?	TR	1R
6256	Saratovskay 29/ <i>T.persicum</i> // <i>T.dicoccum</i> (3)	-/?	40S	80S, 10RMR
6258	Saratovskay 58/ <i>T.persicum</i> // <i>Lr9</i> (1)	?	10R MR	20R
6259	Saratovskay 58/ <i>T.persicum</i> // <i>Lr9</i> (2)	?	5R	20R
6261	Saratovskay 58/ <i>T.persicum</i> // <i>Lr19</i>	?	TR	15R
6262	Saratovskay 58// <i>T.dicoccum</i> / <i>Ae. squarrosa</i>	?	5R	20RMR
6263	Saratovskay 29// <i>T.dicoccum</i> / <i>Ae.squarrosa</i> (1)	?	5R	10R
6264	Saratovskay 55/ <i>T.persicum</i> // <i>T.dicoccum</i> (1)	?	5R	10R
6265	Saratovskay 58// <i>T.dicoccum</i> / <i>Ae.squarrosa</i> (2)	?	TR	5R
6266	Saratovskay 58// <i>T.dicoccum</i> / <i>Ae.squarrosa</i> (3)	?	5R	5R
6267	Saratovskay 29/ <i>T.persicum</i> // <i>Lr9</i>	?	TR	5R
6271	Saratovskay 55/ <i>T.dicoccum</i> (2)	?	10R MR	15RMR
6272	Eritrospermum 149// <i>T.dicoccum</i> / <i>Ae.squarrosa</i>	?	5R	10R
6273	Saratovskay 29/ <i>T.persicum</i> // <i>T.dicoccum</i> / <i>Ae.squarrosa</i> (4)	?	5R	20R
6274	Saratovskay 55/ <i>T.persicum</i> // <i>T.dicoccum</i>	?	10R MR	20R
L485	L503*5/ <i>TcLr26</i> // L505	25 + 31	TR	10M
L403	L505*2/Proch//Belyanka	?	10MS	15M
L609	L161/L2032//Belyanka*2//C60	?	10MSS	20MSS
L496	Ersh.32/L503//S58//Prochorovka//Dobrynya	?	20MSS	20MSS
L497	L503*6/ <i>TcLr26</i>	25 + 31	5R MR	5RMR
L583	L583*2/ <i>TcLr24</i> // Dobrynya*2/4/Belyanka	24 + 25	5R	5R
L681	Yugo-Vostochnaya 3/Belyanka	?	10MSS	20MSS
L484	L505/3/L503*7// <i>TcLr26</i>	?	10M	20MSS
L405	L2033/Belyanka//L2032/Prochorovka	?	10MSS	25MSS
L580	L2032/S60//Prochorovka*2//S58	?	15S	20MSS
L200	L505//L503//L583/Kukushka//L505	25 + Kuk	TR	TR
L195	L505*2//L503*2/Kukushka	25 + Kuk	5MSS	15MR
L490	L503/Multy <i>Lr6R</i>	?	5MSS	20MSS
L9	L2032*3/Thatcher <i>Lr9</i>	?	15MSS	15MSS
L199	L528*2/Saratovskaya zolotistaya	25	10MSS	5RMR
L704	Zhigulevskaya/ТЕРОСА//S58*4/3/L2032	?	15S	20MSS
L13	Dobrynya	25	20S	20RMR
L107	L503*5// <i>TcLr26</i> /3/L505	-/25 + 31	20MSS	40S, 5R
L105	L503*6// <i>TcLr26</i>	25 + 31	15MR	15MR
L611	L583*2// <i>TcLr24</i>	-/25 + 24	10MSS	10MSS, TR
L196	L503*3// <i>Tc Lr26</i> /3/L505	25 + 31	15MR	20RMR
L12	L503*6// <i>TcLr26</i>	25 + 31	15R MR	20RMR
L10	L503	25	TR	10R
L15	Dobrynya *4// <i>Tc Lr24</i>	25 + 24	10R MR	20RMR
L610	L2033*2/Curinda 87//L164//Prochorovka	25 + 31	5R MR	5RMR
L300	Dobrynya*3// <i>Tc Lr23</i> /3/Belyanka	25	10R MR	10RMR
L652	Prochorovka*2//L222/3/Prochorovka/L164	25 + ?	10R MR	10RMR
L607	L2033*3/Belyanka*2//L164/Prochorovka	25 + ?	5R	5R
L488	L505/Prochorovka//L505	25 + 31	TR	5R
L656	S70/3/L2032*2// <i>TcLr26</i>	25 + 31	5MR	5RMR
L608	L528/L400	25	TR	10MR
L308	Dobrynya *3//Genaro 81/3/S58/Belyanka	?	30S	30M
L211	Ludmila/3/S55*2// <i>T.dics</i> /4/Sar.zol/L164//S55	?	5R MR	15RMR

Продолжение таблицы

Номер линии	Родословная	Sr-гены	Ug99 + Sr24 (TTKST)	
			17.03.10	20.04.10
L651	L2032*4/Curinda87/Belyanka	?	5MSS	15M
L392	L2032/Prochorovka//L2033/Belyanka	?	10MSS	20M
L659	L164/L503//L2032/L 400	25	5MSS	15RMR
L701	Dobrynya *3/TcLr23//Belyanka	-/25	10S	10S, 5R
L699	L2032*4//GEN81	25 + 31	TR	5MR
L310	Dobrynya*2//L164	?	15MSS	20M

лучены линии с комбинацией генов *Lr19+Lr26*, последний сцеплен с геном *Sr31* в одной транслокации 1BL-1RS от *Secale cereale* L. Также получены комбинации *Lr19+Lr24*, *Lr24* сцеплен с геном *Sr24* в транслокации T3DS.3DL-3Ae#1L от *Agropyron elongatum* Host. и *Lr19+LrKuk*, последний сцеплен с *SrKuk* в транслокации 2D-2S от *Aegilops speltoides* Tausch. [7, 8]. Таким образом, получены линии с устойчивостью как к листовой, так и стеблевой ржавчине, в том числе и к Ug99 + Sr24 (TTKST). Новыми источниками генов устойчивости к Ug99 можно назвать межвидовые линии яровой пшеницы с источниками устойчивости *T. persicum*, *T. dicoccum*, *Ae. squarrosa*, которые кроме того обладают устойчивостью к листовой ржавчине и пыльной головне, линию Л211, полученную с участием ряда сортов твердой пшеницы, – Людмила, Саратовская золотистая, Саратовская 57, а также *T. dicoccoides* (Koern. Ex Aschers. et Graebn.) Schweinf. (k-26118). В целом набор этих линий расширяет генофонд генов резистентности к патогену.

Следует отметить, что защита от расы *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* Ug99 + Sr24 (TTKST) в Поволжском регионе реальна только для набора сортов яровой мягкой пшеницы с пырейной транслокацией T7DS-7DL-7Ae#1L с геном *Sr25* – Л503, Л505, Самсар, Добрыня, Юлия, Волгоуральская, Лебедушка. Однако, как известно, сужать защиту от патогена к одному гену неперспективно и опасно. Тем более что в Иране получен и размножается сорт Misir 1, содержащий гены *Sr2* + *Sr25* [9], следовательно, можно ожидать преодоления комбинации этих *Sr*-генов и

возникновение нового патотипа патогена. В связи с этим необходима опережающая селекция сортов, устойчивых к расе Ug99.

Литература. 1. Roelfs A.P., Martens J.W. An international system of nomenclature for *Puccinia graminis* f. sp. *tritici* // Phytopathology. – 1988. – V. 78. – P. 526-533. 2. Singh R.P., Huerta-Espino J.H., Jin Y., Herrera-Foessel S., Njau P., Wanyera R., Ward R.W. Current resistance sources and breeding strategies to mitigate Ug99 threat // Proceedings of the 11th International Wheat Genetics Symposium, Brisbane, QLD, Australia, 2008. O03. 3. Nazari K., Mafi M., Yahyaoui A., Singh R.P., Park R.F., Hodson D. Detection of wheat stem rust race “Ug99” (TTKSK) in Iran // Proceedings of the 11th International Wheat Genetics Symposium, Brisbane, QLD, Australia, 2008. O05. 4. Jin Y., Szabo L.J., Pretorius Z.A. Virulence variation within the Ug99 lineage // Proceedings of the 11th International Wheat Genetics Symposium, Brisbane, QLD, Australia, 2008. O02. 5. Park R.F., Bariana H.S. Status of Ug99 resistance in current Australian wheat cultivars and breeding materials // Proceedings of the 11th International Wheat Genetics Symposium, Brisbane, QLD, Australia, 2008. O07. 6. Sibikeev S.N., Krupnov V.A., Voronina S.A., Elesin V.A. First report of leaf rust pathotypes virulent on highly effective *Lr* – genes transferred from *Agropyron* species to bread wheat // Plant Breeding. – 1996. – V. 115. – P. 276-278. 7. Одинова, И.Г., Богославский П.Л., Агафонова Н.А. Возможность использования гаметоцидных генов в селекции на устойчивость к болезням // Тез. докл. IX Всес. совещ. по иммунитету растений к болезням и вредителям. – Минск, 1991. – Т. 2. – С. 199-200. 8. Sibikeev S.N., Voronina S.A., Badaeva E.D. The genetic and cytogenetic research of the new spring bread wheat-*Ae. speltoides* lines // Annual Wheat Newsletter. – KSU, USA, 2005. – V. 51. – P. 103. 9. Joshi A.K., Azab M., Mosaad M., Osmanzai M., Gelalcha S., Bedada G., Bhatta M.R., Hakim A., Malaker P.K., Haque M.E., Tiwari T.P., Majid A., M. Kamali R.J., Bishaw Z., Singh R.P., Payne T., Braun H.J. Delivering rust resistant wheat to farmers: A step towards increased food security // BGRI 2010 Technical Workshop. Oral Presentations Full Papers and Abstracts. St. Petersburg, Russia. 2010. – С. 226-239.

Поступила в редакцию 07.09.10

Sibikeev S.N., Markelova T.S., Druzhin A.E., Vedeneva M.L., Singh D.

Evaluation of the introgression spring bread wheat lines of Agricultural Research Institute for South-East Regions bred for resistance to race of Puccinia graminis f. sp. tritici Ug99 + Sr24 (TTKST)

At the international nursery of KARI, Kenya under natural epidemic conditions of stem rust, caused by fungus Puccinia graminis f. sp. tritici race Ug99 + Sr24 (TTKST) the set of introgression spring bread wheat lines of Agricultural Research Institute for South-East Regions of Russia was estimated. The new resistant sources to this pathogen and effective genes of resistance are detected.