

современных методов селекции, как хромосомная инженерия и ДНК-маркирование. Наиболее часто в селекции мягкой пшеницы на устойчивость к полеганию используются гены короткостебельности (*Rht-B1*, *Rht-D1* и *Rht8*). При скрининге 14 сортообразцов озимого тритикале, созданных в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», установлено, что подавляющее большинство (10 из 14 проанализированных) содержат коммерческий мутантный аллель *Rht-B1b*. У одного сортообразца (С-698/11) выявлен дикий аллель. Отобранные формы с наличием аллеля *Rht-B1b* в гомозиготном состоянии включены в селекционный процесс, а переданные в ГСИ в последние годы высокопродуктивные сорта озимого тритикале Ковчег и Юбилей характеризуются короткостебельностью (92 и 103 см), что на 15-20 см ниже стандарта Прометей.

Для ускорения отбора генотипов с идентифицированными генами устойчивости к наиболее распространенным болезням оптимальным является использование молекулярных маркеров, так как такой подход позволяет значительно сократить объем анализируемого селекционного материала, элиминировать влияние внешней среды, упростить процесс отбора селекционно ценных форм. В Институте генетики и цитологии НАН Беларуси проанализировано 24 сортообразца озимого и 18 ярового гексаплоидного тритикале нашего конкурсного испытания на наличие 15 генов устойчивости к стеблевой ржавчине пшеницы. В работе использовано 23 маркера, сцепленных с генами устойчивости: *Sr2*, *Sr15*, *Sr22*, *Sr24*, *Sr25*, *Sr26*, *Sr31/Sr50*, *Sr36*, *Sr38*, *Sr39*, *Sr40*, *Sr44*, *Sr45* и *Sr1RS^{Amigo}*.

В результате проведенных исследований в сортообразцах озимого и ярового тритикале идентифицированы гены устойчивости *Sr2* и *Sr31/Sr50*.

По литературным данным, на 47-60% количество клейковины пшеницы детерминруется высокомолекулярными НМВ (НМВ – от англ. high molecular weight) субъединицами глютеина. Для поиска ценных сочетаний генов запасных белков совместно с Институтом генетики и цитологии НАН Беларуси проведена оценка аллельного состава локусов *Glu-A1*, *Glu-B1* и *Glu-D1* у 65 линий отдаленных гибридов гексаплоидного тритикале и мягкой пшеницы поколений F_4 - F_5 .

По результатам анализа отобраны 46 гибридов поколений F_4 и F_5 , характеризующиеся благоприятным сочетанием аллелей локусов *Glu-A1b*, *Glu-B1b* и *Glu-D1d* кодирующих субъединицы, суммарно дающие 10 баллов, что является максимальной оценкой НМВ-субъединиц у пшеницы. Данные гибриды широко используются в селекционном процессе тритикале при отборе на хлебопекарное качество.

Результатом селекционной работы за период с 2000 по 2016 гг. в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» стало создание 12 сортов озимого: Рунь, Сокол, Кастусь, Жыцень, Антось, Импульс, Прометей, Амулет, Руно, Динамо, Свислочь, Благо и 4 сортов ярового тритикале: Лотас, Узор, Садко, Норманн, включенных в Госреестр Республики Беларусь и России, характеризующихся потенциалом урожайности 9,0-10,0 т/га, высоким уровнем устойчивости к полеганию и качеством зерна. Вышеназванные сорта озимого тритикале в 2016 г. возделываются в Беларуси на площади 288,5 тыс. га и занимают 56,2 % в сортовом составе. При этом наибольший удельный вес составляют белорусские сорта Прометей, Импульс, Антось – соответственно 18, 14 и 9 % и польский сорт Гренадо – 14%.

АНАЛИЗ СОРТОВ ОЗИМОГО И ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ В БЕЛАРУСИ, НА НАЛИЧИЕ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К БУРОЙ, СТЕБЛЕВОЙ И ЖЕЛТОЙ РЖАВЧИНЕ

ANALYSIS OF WINTER AND SPRING TRITICALE VARIETIES GROWN IN BELARUS FOR GENES OF RESISTANCE TO BROWN, STEM AND YELLOW RUSTS

Долматович Т.В. ¹, Булойчик А.А. ¹, Буштевич В.Н. ², Гриб С.И. ²
Dolmatovich T.V. ¹, Buloychik A.A. ¹, Bushtevich V.N. ², Grib S.I. ²

¹Институт генетики и цитологии НАН Беларуси

²Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

¹Institute of Genetics and Cytology of NAS of Belarus

²Scientific and Practical Center of NAS of Belarus for Agriculture

e-mail: dolmatovicht@mail.ru

Winter and spring triticale varieties included in the State Register of the Republic of Belarus were screened for genes of resistance to brown, stem and yellow rusts. Analysis with markers for resistance genes showed that amplified fragments linked to the resistance genes *Lr25 / Pm7*, *Lr26 / Yr9 / Sr31 / Pm8*, *Sr2*, *Yr5* and *Yr10* were present in the varieties under investigation. Winter triticale varieties of Belarusian breeding 'Antos', 'Prometey', 'Zhytsen', 'Mikhas' and Polish variety 'Grenado' were carriers of the resistance genes *Lr25 / Pm7*. In addition, 'Grenado' had the genes *Yr5* and *Yr10* of resistance to yellow rust. Winter triticale varieties 'Moderato' and 'Dinaro' and most of

spring varieties, except 'Milkaro' and 'Sadko', showed field resistance to a brown rust population. The distinguished varieties of triticale, carriers of effective genes of resistance to brown, stem and yellow rust pathogens, can serve as sources of these genes to create resistant varieties.

Бурая, желтая и стеблевая ржавчины относятся к наиболее вредоносным и широко распространенным заболеваниям зерновых культур. Первоначально растения тритикале не поражались ржавчинными болезнями, но в связи с широким выходом тритикале в промышленное производство, фитопатологическая ситуация ухудшилась. Тритикале поражаются физиологическими формами ржавчинных заболеваний пшеницы: бурой (*Puccinia tritricina* f.sp.*tritici* Erikss.), стеблевой (*P. graminis* f.. *tritici* Erikss. and Henning) и желтой (*P. striiformis* f. *tritici* Erikss.) ржавчиной. Потери урожая зерна тритикале от заболеваний могут составлять 20-30%. Использование генетически устойчивых сортов является наиболее экономически и экологически эффективным методом контроля болезней, позволяющим снизить или элиминировать применение фунгицидов и свести к минимуму потери урожая от ржавчины.

Целью работы было провести скрининг сортов озимого и ярового тритикале, включенных в Госреестр Республики Беларусь, на присутствие генов устойчивости к бурой, стеблевой и желтой ржавчине. Исследование проводили на 19 сортах озимого и 7 сортах ярового тритикале, внесенных в Государственный реестр сортов Республики Беларусь на 2014-2015 гг.

Сорта тритикале были исследованы с помощью молекулярных маркеров к генам устойчивости пшеницы: *Lr1*, *Lr9*, *Lr10*, *Lr19/Sr25*, *Lr20/Sr15/Pm1*, *Lr21*, *Lr24/Sr24*, *Lr25/Pm7*, *Lr26/Yr9/Sr31/Pm8*, *Lr28*, *Lr34/Yr18/Pm38*, *Lr35/Sr39*, *Lr37/Sr38/Yr17*, *Lr47*, *Sr2/Yr30*, *Sr22*, *Sr26*, *Sr36*, *Sr40*, *Sr44*, *Sr45*, *Sr50* и *SrIRS^{Amigo}*, *Yr5*, *Yr10* и *Yr26*.

Анализ с помощью маркеров к генам устойчивости показал, что в изученных сортах присутствуют фрагменты амплификации, сцепленные с генами устойчивости *Lr25/Pm7*, *Lr26/Yr9/Sr31/Pm8*, *Sr2*, *Yr5* и *Yr10*. Носителями генов устойчивости *Lr25/Pm7* были сорта озимого тритикале белорусской селекции: Антось, Прометей, Жыцень, Михась и польской – Гренадо. У сорта

Гренадо выявлены и гены устойчивости к желтой ржавчине *Yr5* и *Yr10*. Анализ сортов тритикале с помощью фланкирующих кластер генов *Lr26/Yr9/Sr31/Pm8* маркеров P6M12-P и Iag95 показал, что фрагменты амплификации длиной 260, 360 п.н. (P6M12-P) и 1050 п.н. (Iag95) присутствуют у сорта польской селекции Модерато. Одновременно у озимого сорта тритикале Модерато идентифицирован ген устойчивости *Yr10*. У сортов озимого тритикале Гренадо, Динаро, Папсуевская присутствовали только фрагменты амплификации длиной 260 и 360 п.н. характерные для проксимально расположенного маркера P6M12-P, а у сортов Антось, Михась, Алико, Бальтико, Паво, Витон амплифицировался фрагмент длиной 1050 п.н., характерный для дистально расположенного от сцепленных генов маркера Iag95. Сцепленные гены устойчивости *Sr2/Yr30* выявлены у сортов ярового тритикале польской селекции Милькаро, Матейко и белорусской селекции – Садко. У озимых сортов тритикале Алико, Динаро, Паво, Янко идентифицированы фрагменты амплификации, указывающие на присутствие генов устойчивости к желтой ржавчине *Yr5* и *Yr10*.

С помощью набора клонов возбудителя бурой ржавчины, различающихся по вирулентности к генам устойчивости пшеницы, была проанализирована экспрессия гена *Lr26* в озимых сортах тритикале. У образцов, для которых показано наличие этого гена с помощью молекулярных маркеров, не выявлено четкой зависимости проявления гена *Lr26* при заражении клонами бурой ржавчины. Полевой устойчивостью к популяции бурой ржавчины обладали озимые сорта тритикале Модерато и Динаро и большинство яровых сортов, за исключением сортов Милькаро и Садко.

Выделенные сорта тритикале, носители эффективных генов устойчивости к возбудителям бурой, стеблевой и желтой ржавчины, могут служить источниками этих генов при создании устойчивых сортов.