

ВЛИЯНИЕ ТРАНСЛОКАЦИЙ ОТ *SECALE CEREALE* И *AEGILOPS SPELTOIDES* НА ПРОЯВЛЕНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ.

Пискарев Вячеслав Васильевич, к.с.-х.н., заведующий лабораторией генофонда растений СибНИИРС-филиал ИЦиГ СО РАН, E-mail: piskaryov_v@mail.ru;

Апарина Виктория Александровна, лаборант СибНИИРС-филиал ИЦиГ СО РАН;

Бойко Наталья Ивановна, младший научный сотрудник СибНИИРС-филиал ИЦиГ СО РАН;

Морозова Евгения Викторовна, младший научный сотрудник СибНИИРС-филиал ИЦиГ СО РАН

Тимофеев Анатолий Андреевич, к.с.-х.н., старший научный сотрудник СибНИИРС-филиал ИЦиГ СО РАН

Аннотация: В статье представлены результаты сравнительного изучения рекомбинантов, несущих транслокации от *Secale cereale* (Lr45) и *Aegilops speltoides* (Lr28, Lr47) с рекомбинантами без транслокаций и сортами реципиентами Новосибирская 31 и Сибирская 17.

Ключевые слова: пшеница мягкая яровая, рекомбинант, транслокация, устойчивость, урожайность, количественный признак.

Введение. Одним из направлений селекции мягкой яровой пшеницы является стрессоустойчивость, в частности, устойчивость к болезням. Фитопатогенный комплекс Сибири преимущественно представлен листостебельными инфекциями, ежегодно снижающими урожай от 5-10%. Это мучнистая роса, бурая ржавчина, септориоз и стеблевая ржавчина злаков [1]. Создание сортов пшеницы устойчивых к заболеваниям наиболее эффективный, экологически безопасный способ защиты урожая [2]. В большинстве случаев гены устойчивости перенесены от сородичей пшеницы, в том числе и дикорастущих [3]. В результате отдаленной гибридизации происходит замещение целой хромосомы или ее участка, что часто связано с негативными признаками.

Целью исследования было выявление влияния транслокаций от *Secale cereale* (Lr45), *Aegilops speltoides* (Lr28, Lr47) на проявление элементов продуктивности у рекомбинантов пшеницы мягкой яровой, полученных на основе 2-х коммерческих сортов.

Материал и методы. Материалом послужили рекомбинанты, отобранные из популяций F₃, BC₁F₃, полученных от скрещивания сортов

реципиентов Сибирская 17 и Новосибирская 31 с линиями Thatcher Lr28, Lr47, Lr45.

Полевые эксперименты закладывали на опытном поле на базе СибНИИРС-филиал ИЦиГ СО РАН в лесостепной Приобья Новосибирской области. Обработка почвы общепринятая для лесостепной зоны. Закладка опытов по пару. Посев в 1-2 декаду мая, сеялкой ССФК-7, площадь деланки 2 м², с частым повторение реципиентов (Сибирская 17 и Новосибирская 31). В период вегетации проводили фенологические наблюдения и оценку поражения мучнистой росой по методике ВИР¹). Оценку поражения бурой ржавчиной проводили по методике СИММУТ².

Наличие или отсутствие транслокаций проверяли с применением ДНК маркеров, сцепленных с генами устойчивости Lr28 (SCS421), Lr47 (PS10) [3] и Lr45 (G372 185) [4]. Суммарную ДНК выделяли из 5-7- дневных проростков по методу Плашке с соавторами³.

Условия 2016 года, отличались большим количеством тепла на фоне недостатка влаги (ГТК = 1,1). Так превышение среднемноголетнего значения в июне, июле и августе составило 2,8°C, 0,8°C и 1,1°C, в мае температура воздуха была ниже нормы (-0,4°C), недостаток осадков в мае (85,4% от нормы), июне (68,5%) и августе (29,9% от среднемноголетнего). Характерной особенностью условий вегетационного периода 2017 г. были высокие температуры воздуха и неравномерное распределение осадков. В 2020 году отмечали повышенные температуры воздуха в мае и августе (+4,6 и 2,5°C к среднемноголетнему значению) и не значительные отклонения в июне и июле.

Результаты и их обсуждение. Средняя урожайность рекомбинантов с транслокациями, (полевая устойчивость к бурой ржавчине пшеницы - 0-2R), так и без транслокаций (восприимчивые к бурой ржавчине пшеницы – 3S-4S), отобранных из популяций на основе сорта Сибирская 17 (398,3 г/м²) была значительно ниже, чем у сорта реципиента (таблица 1). Достоверные эффекты наличия транслокации наблюдали по продолжительности периода от всходов до колошения (50,5 дн.) и длине стебля (119,4 см.), по остальным признакам отклонения не были связаны с наличием транслокации. Положительные эффекты наличия транслокации, несущей ген Lr45, выявлены у рекомбинантов на основе сорта Сибирская 17 по массе и числу зерен колоса, тогда как рекомбинанты с танслокацией, полученные на основе сорта Новосибирская 31 формировали достоверно большее, чем у реципиента (число зерен в колосе – 31,4, длина стебля – 91,9, масса 1000 зерен – 31,4, масса зерна колоса – 1,02) число зерен в колосе (35,6 шт.) и длину стебля (103,5 см.), но характеризовались массой 1000 зерен (30,9 г) и массой зерна колоса (1,11) на уровне Новосибирской 31.

¹ Мережко А.Ф., Удачин Р.А., Зуев Е.В. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале. Методические указания. СПб.: ВИР, 1999. 81 С.

² Roelfs A.P., Singh R.P., Saari E.E. Rust Diseases of Wheat: Concepts and methods of disease management. Mexico, D.F.: CIMMYT. 1992, 81 P.

³ Plaschke J., Ganai M. W., Röder M. S. Detection of genetic diversity in closely related bread wheat using microsatellite markers // Theor. Appl. Genet. 1995. Vol. 91. P. 1001–1007.

Эффекты транслокации, несущей ген Lr47, различались в зависимости от сорта реципиента, но в целом были лишь отрицательные. Так рекомбинанты, несущие транслокацию, полученные на основе сорта Сибирская 17 характеризовались значительным снижением массы зерна колоса, тогда как рекомбинанты на основе сорта Новосибирская 31 формировали более короткий стебель, меньшее число зерен в колосе, меньшую урожайности и сокращенным периодом от всходов до колошения.

Таблица 1-Групповые средние значения хозяйственно-ценных признаков рекомбинантов (2016, 2017, 2020 гг)

Сорт, комбинация	Rm*	Lr	Всходы-колошение, дней	Длина стебля, см	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна колоса, г	Число зерен колоса, шт.	Урожайность, г/м ²
Сибирская 17	3-9	4S-3S	44,2	108,0	37,9	1,35	35,0	398,3
Сиб. 17 x Lr28 +	5-99	0-1R	50,5	119,4	29,0	0,94	30,9	256,3
Сиб. 17 x Lr28 -	7-99	4S	47,0	110,0	28,6	1,10	29,9	283,6
Сиб. 17 x Lr45 +	5-99	0-2R	42,3	108,3	34,3	1,28	34,1	342,3
Сиб. 17 x Lr45 -	1-7	4S-3S	44,3	98,3	33,7	1,02	28,8	259,5
Сиб. 17 x Lr47 +	1-99	0-2R	43,4	94,9	33,5	1,12	33,0	265,9
Сиб. 17 x Lr47 -	7-99	4S-2S	44,8	101,8	31,7	1,25	38,3	239,3
Новосибирская 31	3-9	4S	42,4	91,9	31,4	1,02	31,4	301,6
Н.31 x Lr45 +	3-9	0	41,2	103,5	30,9	1,11	35,6	284,4
Н.31 x Lr45 -	3-9	4S	41,3	95,0	36,9	1,22	33,0	315,1
Н.31 x Lr47 +	1-7	0-2R	37,6	78,9	33,1	0,93	27,0	211,5
Н.31 x Lr47 -	3-9	4S-3S	38,6	93,1	36,9	0,98	26,2	261,5
НСР ₀₅			3,5	10,6	3,0	0,14	3,6	49,7

Примечание: *Rm – устойчивость к мучнистой росе, балл. Lr – поражение бурой ржавчиной пшеницы, балл и реакция.

Отдельные, лучшие рекомбинанты, отобранные из популяции Новосибирская 31 x Thatcher Lr45, характеризовавшиеся устойчивостью к бурой ржавчине формировали количественные признаки на уровне со стандартом, превышений по урожайности отмечено не было (таблица 2). У образцов с полевой устойчивостью отмечено увеличение длины стебля (98,5-107,5 см), образцы с поражением (4S) имели длину стебля (95 см) на уровне с реципиентом (91,9 см).

Образцы, отобранные из популяции Новосибирская 31 x Thatcher Lr47, с урожайностью на уровне реципиента характеризовались широким варьированием проявления количественных признаков (период всходы колошение 35,5-40,5 дней, длина стебля 73,0-106,5 см, масса 1000 зёрен 32,6-42,1 г, масса зерна с колоса 0,81-1,10 г, число зёрен с колоса 22,0-29,9 шт.). У рекомбинантов с полевой устойчивостью к бурой ржавчине отмечено сокращение продолжительности периода всходы-колошение на 4,4 и 5,4 дня (37 и 38 дней) и у одного из образцов выявлено сокращение длины (73,0 см) стебля на 18,9 см в сравнении с реципиентом (91,9 см). В то же время, у восприимчивых сортов отмечено увеличение массы тысячи зёрен (35,9-42,1) до 10,7 г в сравнении с Новосибирской 31 (31,4 г). Так же у некоторых из этих рекомбинантов отмечено сокращение периода всходы- колошение до 35,5-37,5

дней в сравнении с реципиентом (42,4 дней). Пара восприимчивых образцов характеризовалась увеличением длины стебля (106,0 и 106,5 см) в сравнении с реципиентом.

Таблица 2- выделившиеся рекомбинанты в сравнении с сортами реципиентами Новосибирская 31 и Сибирская 17, средние значения

Сорт, комбинация	Поражение мучнистой росой	Поражение бурой ржавчиной	Масса 1000 зёрен, г	Масса зерна колоса, г	Число зёрен колоса, шт.	Урожайность, г/м ²
Новосибирская 31	3-9	4S	31,4	1,02	31,4	301,6
H.31 x Lr45	5	0	30,9	1,13	36,1	270,7
H.31 x Lr45	3-5	0	28,8	1,00	34,4	278,8
H.31 x Lr45	9	0	32,9	1,19	36,2	303,5
H.31 x Lr45	3-5	4S	38,8	1,13	28,9	298,6
H.31 x Lr45	5-9	4S	35,0	1,31	37,1	331,6
H.31 x Lr47	1-5	0	34,6	0,99	27,3	273,7
H.31 x Lr47	3-5	1R	34,6	1,02	29,1	255,9
H.31 x Lr47	5-9	3S	41,2	1,00	24,1	287,9
H.31 x Lr47	5-7	4S	40,3	1,06	25,7	253,9
H.31 x Lr47	9	4S	42,1	0,93	22,0	255,6
H.31 x Lr47	7-9	4S	38,8	1,10	28,1	247,9
H.31 x Lr47	5-7	4S	35,1	0,81	22,7	276,0
H.31 x Lr47	3-7	4S	32,6	0,98	29,5	297,6
H.31 x Lr47	5-7	4S	33,2	0,96	28,4	261,8
H.31 x Lr47	3-7	4S	35,9	1,09	29,9	318,5
Сибирская 17	3-9	4S-3S	37,9	1,35	35,0	398,3
Сиб. 17 x Lr45	5-7	2R	35,8	1,19	33,3	398,7
Сиб. 17 x Lr47	5-7	0	37,7	1,36	35,6	360,1
Сиб. 17 x Lr47	7-99	1R	30,3	1,32	42,3	367,9
HCP ₀₅	-	-	3,7	0,17	5,0	54,5

Заключение. В результате исследования выявлено значительное влияние транслокации с геном Lr28 на продолжительности вегетационного периода (+6,3 дн.) в сравнении с сортом реципиентом (Сибирская 17 – 44,2 дн.) и длину стебля (+11,4 см.). Выявлены негативные эффекты транслокации с геном Lr47 у рекомбинантов с сортом Новосибирская 31 по урожайности, числу зерен колоса и длине стебля (снижение выраженности признаков у рекомбинантов, несущих транслокацию было значительным, в сравнении с сортом реципиентом), тогда как с сортом Сибирская 17 лишь по массе зерна колоса.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект №20-016-00093.

Библиографический список

1. Шаманин В.П., Петуховский С.Л., Моргунов А.И., Трущенко А.С., Краснова Ю.С. Урожайность сортов яровой мягкой пшеницы селекции ОмГАУ в условиях изменчивых климатических факторов южной лесостепи Западной Сибири Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2015. № 1 (34). С. 52-59.

2. Savary S., Nelson, A., Sparks, A. H., Willocquet, L., Duveiller, E., Mahuku, G. International agricultural research tackling the effects of global and climate changes on plant diseases in the developing world // *Plant Disease*. 2011. V. 95, P. 1204–1216. DOI:10.1094/PDIS-04-11-0316.
3. Садовая А.С., Гультяева Е.И., Митрофанова О.П., Шайдаюк Е.Л., Хакимова А.Г., Зуев Е.В. Характеристика устойчивости к возбудителю бурой ржавчины сортов и линий мягкой пшеницы из коллекции ВИР, несущих чужеродный генетический материал. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 2014, ТОМ 18, № 4/1 с.739-750
4. Naik Bh.K, Vinod, Sh.JB, Sivasamy M, Prabhu KV, Tomar RS, Tomar SMS Molecular mapping and validation of the microsatellite markers linked to the *Secale cereale*-derived leaf rust resistance gene *Lr45* in wheat // *Mol Breed*. 2015. V.35. P.61.

Influence translocation from Secale cereale and Aegilops speltoides to agronomic traits of spring wheat breeding lines.

Piskarev V. V., Kand. Sc. in Agricultural Sciences, Aparina V. A., Boyko N. I., Morozova E. V., Timopheev A.A., Kand. Sc. in Agricultural Sciences
Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics SB RAS
630501, Russia, Krasnoobsk, S-100 str., 21.

Abstract: *The results of a comparative study of recombinants carrying translocations from Secale cereale (Lr45) and Aegilops speltoides (Lr28, Lr47) with recombinants without translocations and recipient cultivars Novosibirskaya 31 and Sibirskaya 17 were presented in the article.*

Keywords: *soft spring wheat, recombinant, translocation, resistance, yield, quantitative trait.*