

ВНУТРИВИДОВАЯ И МЕЖРОДОВАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ В СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ ОЗИМОЙ

Н.Г. Максимов

Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения и сортоизучения

Обсуждаются результаты использования внутривидовой и межродовой гибридизации в селекции озимой мягкой пшеницы. Показана возможность использования озимых гексаплоидных тритикале в рекомбинационной селекции озимой мягкой пшеницы.

Рассматриваются неограниченные возможности генетической рекомбинации при внутривидовых и межвидовых скрещиваниях.

Получены трансгрессивные и интрогрессивные формы озимой мягкой пшеницы, превышающие стандартные сорта по урожайности, устойчивости к основным фитозаболеваниям и другим хозяйственно важным признакам и свойствам.

Мягкая пшеница, трансгрессия, интрогрессия, гибридизация, отбор, урожайность, качество, фитозаболевания

Из большого числа проблем, стоящих перед селекцией озимой мягкой пшеницы, самой актуальной, на наш взгляд, является объединение в одном генотипе высокой и стабильной урожайности с отличными хлебопекарными качествами зерна и устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам.

Учитывая, что большинство хозяйственно и биологически ценных признаков имеют полигенную природу, наиболее эффективным путем синтеза сортообразующих генотипов является создание трансгрессивных или интрогрессивных форм по данному признаку.

Известно, что положительная трансгрессия чаще проявляется при удачном подборе пар для скрещивания. В потомстве таких гибридов возникает эффект суммирующего действия полимерных генов, которые обеспечивают стабильное увеличение одного из признаков у гибридов второй генерации в сравнении с максимальным выражением этого признака у исходных родителей. Путем индивидуального отбора выражение такого признака можно закрепить в константном генотипе.

Развитие фундаментальных исследований в направлении совершенствования современных методов клеточной, хромосомной и генной инженерии, отработка технологий регенерации растений из клеток и клеточных сус-

пензий на селективных средах, применение эмбриокультуры при отдаленных скрещиваниях также позволяют повышать частоту интрогрессий и создавать для рекомбинационной селекции ряд новых доноров по основным хозяйственноважным признакам и свойствам.

Привлечение отдаленной гибридизации позволяет путем транслокаций, замещения или других структурных изменений хромосом передавать часть генетической информации от одного вида к другому. Следует отметить, что интрогрессивные формы сами по себе являются «сырым» материалом для непосредственного использования в производстве. В большинстве случаев они обладают одним-двумя хозяйственноценными признаками и могут быть использованы только в качестве новых доноров для совершенствования современных сортов пшеницы.

Целью настоящей работы является поиск удачных комбинаций скрещивания, способных проявлять трансгрессии по комплексу основных хозяйственноважных признаков и свойств и, на этой основе, создать константные генотипы, способные конкурировать с современными сортами озимой мягкой пшеницы.

Материал и методика исследований. В качестве исходного материала использовали лучшие сорта селекции Селекционно-генетического института – Национального центра семеноведения и сортоизучения (СГИ-НЦ СС), сорта других научно-исследовательских учреждений Украины, сорта иностранной селекции, а также селекционные формы озимой мягкой пшеницы, полученные нами от скрещивания озимой мягкой пшеницы с гексаплоидными тритикале. Такие формы пшеницы часто имеют 1В/1R транслокации либо R/D замещения, обладают нормальной продуктивностью и имеют высокую устойчивость к основным фитозаболеваниям, таким как мучнистая роса, бурая ржавчина, пыльная и твердая головня. Отборы начинали проводить из гибридных популяций второго поколения. Повторные отборы проводили в F_5 - F_6 из расщепляющихся линий. Кастрацию колосьев проводили по общепринятой методике. Кастрированные колосья опыляли методом ограниченно-свободного опыления [1].

Исследования проводили в 2005-2007 г.г. Селекционный питомник высеивали однорядковыми делянками длиной 1,5м. Контрольный питомник на делянках 5м^2 , предварительное и конкурсное испытание проводили на делянках 10м^2 с частым систематическим размещением сортов-стандартов.

Морозостойкость определяли на растениях, взятых непосредственно с поля, после прохождения второй фазы закаливания. В зависимости от уровня закаливания растения промораживали при $t^0 = -16$ - 18°C на протяжении 24 часов. После проморозки растения отращивали в воде при $t^0 = 18^\circ\text{C}$ в течение 2-х недель, затем проводили учет живых и погибших растений [2].

Качество зерна определяли в отделе генетических основ селекции нашего института. Устойчивость к основным фитозаболеваниям оценивали на инфекционном фоне в отделе фитопатологии СГИ-НЦ СС. Математическую обработку экспериментальных данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа.

Результаты исследований и обсуждение. Из большого количества существующих в настоящее время методов создания новых сортов и гибридов, основным и наиболее эффективным остается половая гибридизация с последующим многократным индивидуальным отбором.

У гибридов первого поколения в процессе мейоза при кроссинговере происходит независимая рекомбинация генов, расположенных в различных гомологичных хромосомах, что приводит к появлению новых признаков и свойств; кроме того, случайное распределение хромосом в анафазах половых клеток дает вероятность появления большого количества биотипов с новыми признаками и свойствами. Все это свидетельствует о неисчерпаемых возможностях гибридизации. Задача селекционера – найти в большом разнообразии гибридных популяций новые генотипы, способные конкурировать с современными сортами.

Эффективность создания сортов озимой мягкой пшеницы определяется удачным подбором родительских пар для скрещивания, что создает максимум генетического разнообразия, а также временем и формой применяемых отборов. В нашей работе широко используется метод многократного индивидуального отбора с последующим изучением по потомствам. Широко использовались повторные индивидуальные отборы из расщепляющихся потомств селекционного и контрольного питомников (F_5 - F_6).

Изменчивость гибридного потомства определяется главным образом генетическим различием исходных родительских форм: чем они больше различаются по основным хозяйственно важным признакам друг от друга, тем дольше идет формообразовательный процесс в гибридных популяциях. Один из важнейших признаков – высокое качество клейковины – обуславливается рецессивными генами, что дает возможность начинать отбор высококачественных генотипов со второго поколения [3]. Однако надо сказать, что в действительности это намного сложнее. Такое высказывание верно в том случае, если отбор вести по одному признаку, который обусловлен одной парой одинаковых генов данной аллельной пары.

При размножении такой биотип, естественно, по данному признаку расщепляться не будет. Однако, поскольку мы ведем одновременно селекцию по комплексу хозяйственно важных признаков, которые контролируются различными генами, а также генами-модификаторами, сильно реагирующими на изменения условий окружающей среды, то по нашему мнению, для получения гомозиготных биотипов у озимой мягкой пшеницы надо начинать отбор с пятого-шестого поколения. В противном случае возникает большая вероятность того, что отобранные в F_2 элитные растения новых сортов в значительной степени будут неоднородны по многим хозяйственно важным признакам и свойствам. Такие факты наблюдаем по многим, находящимся в производстве сортам, что в значительной степени затрудняет первичное семеноводство и получение высококачественных семян, отвечающих современным требованиям ГОСТа. Это также способствует затруднению продвижения наших сортов в Европейские страны. В научной литературе имеются сообщения, свидетельствующие о том, что по мере повышения гомозиготности гибридного потомства проявляется снижение показателей качества зерна [4].

В наших исследованиях повторные отборы из расщепляющихся потомств селекционного или контрольного питомника существенно повышали гомозиготность и константность по морфологическим и биологическим признакам и свойствам. Так, в селекционном питомнике ежегодно изучалось 4,5-5,0 тысяч селекционных линий F_5 - F_6 поколений. В этом питомнике, главным образом, проводили оценку на однотипность по морфологическим признакам колоса и выравненности по высоте растений. Оценка проводилась глазомерно. В контрольном питомнике также проводили глазомерную оценку по выравненности, морфологической однотипности колоса и продуктивности. Средний выход морфологически константных линий по разным комбинациям различный, что обуславливается уровнем генетического различия между родительскими формами, используемыми в скрещиваниях. Селекционная ценность гибридных популяций и эффективность отбора в конечном итоге определяются количеством высокопродуктивных и гомеостатичных сортов, а также селекционных линий, являющихся донорами отдельных хозяйственно важных признаков. В таблице 1 представлены 22 лучшие константные линии озимой мягкой пшеницы по основным хозяйственно важным признакам и свойствам.

Эти данные свидетельствуют о том, что из 22-х лучших селекционных линий 10 достоверно превысили стандарт по урожайности, остальные были на уровне стандарта по данному признаку. Самый высокий урожай показала линия Эритроспермум 1420-07, которая в среднем за 3 года изучения показала урожайность 80,2 ц/га, что на 12,8 ц/га больше, чем стандартный сорт. Интересной эта линия оказалась и по другим хозяйственно важным признакам. Так, например, она обладает высокой устойчивостью к поражению твердой головней (9 баллов) и групповой устойчивостью к другим фитозаболеваниям. Кроме высокой устойчивости к твердой головне, она устойчива к мучнистой росе, высокоустойчива к бурой ржавчине, очень высокоустойчива к стеблевой ржавчине (табл. 2).

Как известно, потери урожая зерновых культур от твердой головни довольно значительны. Кроме того, поражение озимой пшеницы твердой головней является одной из основных причин ежегодной выбраковки пораженных этой болезнью посевов при апробации из числа сортовых.

Стандартными и наиболее распространенными способами борьбы с твердой головней озимой мягкой пшеницы является протравливание семян. Однако одним из наиболее надежных средств защиты от твердой головни является создание не поражающихся этой болезнью сортов. В этой связи, созданные нами линии являются ценным исходным материалом для дальнейшей рекомбинационной селекции с целью получения высокопродуктивных сортов озимой мягкой пшеницы с хорошим качеством зерна и комплексной устойчивостью к болезням и могут быть использованы как доноры устойчивости к твердой головне.

Природа устойчивости созданных линий к основным фитозаболеваниям нам не известна. Для ее выявления необходимо проводить специальные генетические исследования. Можно предположить, что ее происхождение является либо трансгрессивного происхождения, либо интрогрессивного.

Таблица 1

Характеристика лучших линий озимой мягкой пшеницы по основным признакам и свойствам

Сорт, линия	Урожайность, ц/га		Морозостой- кость, %		Седиментация (мл.)		Белок, %	
	среднее за 3 года	± к St.	среднее за 2 года	± к St.	мл.	± к St.	%	± к St.
Альбатрос од.	68,4	-	69,3	-	50	-	10,5	-
Эр.880-04 (МП-531/99 × Прима) × Никония	70,3	+1,9	79,8	+10,5	53,5	+3,5	10,3	-0,2
Эр.814-05 (МП7 475-00 × Лелека) × Селянка	75,5	+7,1	57,4	-11,9	50,0	0	10,1	-0,4
Эр.974-05 (МП468-00 × Селянка)	73,4	+5,0	83,2	+13,9	57,1	+7,7	10,7	+0,2
Эр.1165-06 (Виктория × Куяльник)	77,1	+8,7*	64,1	-5,2	57,0	+7,0	9,5	-1,0
Эр.1116-06 (Лузановка × Харьков.333) × Ферр.1050/07	73,4	+5,0	71,6	+2,3	63,0	+13,0	9,95	-0,55
Эр.1160-06 (Виктория × Куяльник)	74,2	+5,3	49,4	-19,9	55,5	+5,5	9,95	-0,55
Эр.531-05 (Виктория × Куяльник)	78,4	+10,0*	76,7	+7,4	54,0	+4,0	10,6	+0,1
Эр.519-07 (Виктория × Селянка)	76,7	+8,3*	59,1	-10,5	61,5	+11,5	10,4	-0,15
Эр.522-07 (Виктория × Селянка)	74,2	+5,8	63,2	-6,1	67,2	+17,2	10,8	+0,3
Эр.598-07 (Землячка × Кирия)	77,3	+8,9*	65,8	-3,5	55,0	+5,0	9,9	-0,6
Эр.1059-07 (Знаходка × МП805/01) × Ферр.1055/01	76,7	+8,3	90,5	+21,2	53,0	+3,0	9,3	-1,2
Эр.1420-07 (МП541/00 × Знаходка) × MV106/97	80,2	+12,8*	64,4	-4,9	34,5	-15,5	9,55	-0,95
Эр.803-07 (МП536/02 × Эр.950/01) × Донецкая 6	79,6	+11,2*	81,4	+12,1	46,0	-4,0	9,05	-1,45
Эр.515-07 (Зразкова × Донской сюрприз)	65,8	-2,6	90,0	+20,7	43,6	-6,4	9,01	-1,49
Эр.517-07 (Зразкова × Донской сюрприз)	74,3	+5,9	64,2	-5,1	39,8	-10,2	9,8	-0,7
Эр.524-07 (Виктория × Селянка)	77,7	+9,3*	69,6	+0,3	39,0	-11,0	9,5	-1,0
Эр.564-07 (Виктория × Пысанка)	74,1	+5,7	85,4	+16,1	43,0	-7,0	9,4	-1,4
Эр.1131-07 (МП805/01 × Украина) × Эр.974/01	72,2	+3,8	72,1	+2,8	58,0	+8,0	9,4	-1,1
Эр.1158-07 (Доброполька × Панна)	77,7	+9,3*	45,9	-23,4	53,0	+3,0	8,9	-1,6
Эр.1276-07 (Виктория × Куяльник)	78,4	+10,0*	31,1	+8,2	54,0	+4,0	9,2	-1,3
Эр.1362-07 (МП607/00 × Никония) × MV119/01	78,7	+10,3*	56,3	-13,0	58,0	+8,0	9,4	-1,1
Эр.1411-07 (Украинка × Панна) × Эр.1033/01	70,8	+2,4	33,3	-36,0	61,0	+11,0	10,0	-0,5
НСР – 0,05	8,2							
P %	4,4							

Таблица 2

Устойчивость селекционных линий озимой мягкой пшеницы к поражению основными фитозаболеваниями по результатам изучения на инфекционном фоне

Сорт, линия	Мучнистая роса (балл)		Бурая ржавчина (балл)		Стеблевая ржавчина (балл)		Твердая головня (балл)	
	2008	2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Альбатрос од.	4	4	3	3	-	2	3	3
Эр.880-04 (МП-531/99 × Прима) × Никония	5	4	3	4	2	3	-	4
Эр.814-05 (МП7 475-00 × Лелека) × Селянка	5	4	3	4	2	4	9	5
Эр.974-05 (МП468-00 × Селянка)	5	3	2	3	3	3	2	3
Эр.1165-06 (Виктория × Куяльник)	5	4	4	5	3	2	1	3
Эр.1116-06 (Лузановка × Харьков.333) × Ферр.1050/07	5	3	2	3	1	2	3	2
Эр.1160-06 (Виктория × Куяльник)	7	4	5	4	1	1	3	2
Эр.531-05 (Виктория × Куяльник)	6	3	3	3	3	2	3	5
Эр.519-07 (Виктория × Селянка)	6	3	3	3	3	3	8	6
Эр.522-07 (Виктория × Селянка)	5	3	3	4	1	2	2	2
Эр.598-07 (Землячка × Кирия)	7	4	1	3	4	2	3	3
Эр.1059-07 (Знаходка × МП805/01) × Ферр.1055/01	5	4	3	4	5	3	2	1
Эр.1420-07 (МП541/00 × Знаходка) × MV106/97	6	4	8	7	9	7	8	5
Эр.803-07 (МП536/02 × Эр.950/01) × Донецкая 6	5	3	2	4	3	3	3	3
Эр.515-07 (Зразкова × Донской сюрприз)	-	4	-	4	-	2	4	4
Эр.517-07 (Зразкова × Донской сюрприз)	-	4	-	4	-	3	-	2
Эр.524-07 (Виктория × Селянка)	-	3	-	3	-	2	-	3
Эр.564-07 (Виктория × Пысанка)	-	4	-	6	-	2	-	3
Эр.1131-07 (МП805/01 × Украина) × Эр.974/01	-	3	-	6	-	2	-	3
Эр.1158-07 (Доброполька × Панна)	-	3	-	4	-	3	-	3
Эр.1276-07 (Виктория × Куяльник)	-	4	-	4	-	2	-	3
Эр.1362-07 (МП607/00 × Никония) × MV119/01	-	3	-	4	-	2	-	3
Эр.1411-07 (Украинка × Панна) × Эр.1033/01	-	5	-	3	-	3	-	3
Эр.1182-07 (МП852/01 × Украинка) × Ферр.1054/01	3	-	3	-	3	-	8	-
Эр.1205-07 (МП852/01 × Куяльник) × Фито. 68/01	6	-	1	-	2	-	9	-

Как известно, явление интрогрессии при отдаленной гибридизации осуществляется в результате транслокации, замещений либо другими структурными изменениями хромосом. Так материнская линия (МП 541-00) в свое время была получена от скрещивания гексаплоидного тритикале (Т. 536/91) с сортом озимой мягкой пшеницы Харьковская 63 и последующим опылением гибрида первого поколения пылью сорта Альбатрос одесский. Эта линия также устойчива к мучнистой росе (6 баллов) и очень высокоустойчива к поражению бурой и стеблевой ржавчинами (8-9 баллов). Высокая степень устойчивости (балл 8 и 9) отмечена также у линий Эр.1411-07 и Эр.1205-07, у которых также материнские формы ранее получены нами с участием первичного гексаплоидного тритикале Т109-41, созданного в институте селекции растений (доктором В.Вандельтом, г. Кведлингбург) с сортами озимой мягкой пшеницы Харьковская 63 и Альбатрос одесский (табл. 2).

Как известно, твердая головня имеет видовую специфику поражения, а именно: одни расы поражают сорта ржи, другие – сорта твердой пшеницы и иные сорта озимой мягкой пшеницы. Поэтому вполне вероятно, что устойчивость у созданных нами линий мягкой пшеницы Эр.1420-07; Эр. 1182-07, Эр.1205-07 унаследована в процессе интрогрессии при скрещивании гексаплоидных тритикале с сортами обычной мягкой пшеницы. Детально это описано в ранее проведенных нами исследованиях [5,6]. О возможности использования линий гексаплоидных тритикале и озимой твердой пшеницы в рекомбинационной селекции с озимой мягкой пшеницей отмечают в исследованиях и ряд других авторов [7]. Успешное использование озимых гексаплоидных тритикале в селекции озимой мягкой пшеницы сообщает в своих исследованиях В.Б.Тимофеев [8].

Посредством так называемого тритикального «мостика» им созданы сорта озимой пшеницы Половчанка, Княжна, Красота, имеющие в своем геноме 1В/1R транслокацию, которая контролирует не только групповую устойчивость к основным фитозаболеваниям, но и высокий потенциал продуктивности в сочетании с высоким уровнем адаптивности к неблагоприятным условиям выращивания.

Самой сложной задачей в селекции является объединение в одном сорте высокой урожайности, ее стабильности и высокого качества зерна. В генетике растений известны целый ряд отрицательных корреляций, которые существенно затрудняют селекцию. Например, при улучшении качества зерна, снижается урожайность или увеличение урожайности приводит к снижению зимостойкости и др.

В наших исследованиях таким примером может служить линия Эр.1420-07, которая обеспечила самый высокий урожай в опыте – 80,2 ц/га и имела самый низкий показатель седиментации – 34,5 мл (табл.2). Аналогичную закономерность можно проследить и на других линиях. В этой связи главной задачей селекции является разорвать эти негативные корреляции или найти положительные исключения из правил биологических закономерностей. Не вдаваясь в детали анализа селекции на качество зерна, но опираясь на

свой опыт, можно заключить следующее. Для успешной селекционной работы на качество зерна необходимо тщательно подбирать исходные родительские формы для скрещивания. Необходимо, чтобы хотя бы одна из родительских форм имела высокое качество зерна.

Оценивая в целом комбинационную ценность, используемых нами в скрещиваниях сортов озимой мягкой пшеницы, можно констатировать, что лучшими по этому признаку являются сорта: Виктория, Куяльник, Селянка и Пысанка. Так, например, комбинация Виктория × Куяльник нами выполнялась три года подряд (2005-2007 гг.) и ежегодно выделялись линии, которые представляли селекционную ценность. Так, например, линия Эр.531-05 (Виктория × Куяльник) сочетает наиболее благоприятный комплекс генов, благодаря которому она способна конкурировать с лучшими современными сортами озимой мягкой пшеницы. В среднем за три года в наших опытах она превысила стандартный сорт на 10 ц/га, обладает хорошей зимостойкостью и высокой толерантностью к основным фитозаболеваниям. Эта линия под названием Эпоха одесская передана в 2007 году в государственное сортоиспытание, относится к разряду сильных сортов пшеницы, а по данным Государственной комиссии по сортоиспытанию обладает самым высоким показателем по силе муки – 508 единиц альвеографа. По сумме всех изучаемых показателей линия признана перспективной по всем зонам Украины на 2010 год.

Следует отметить, что проводя селекцию на качество зерна, необходимо учитывать тот факт, что отбирая линии с высококачественным зерном, мы в большинстве случаев будем отбирать и низкопродуктивные генотипы, поскольку существует отрицательная корреляция между урожайностью и качеством зерна. Для поиска интересующих нас генотипов необходимо проводить повторные отборы с целью поиска генотипов, объединяющих в одном геноме высокое качество зерна и высокую продуктивность, т.е. быть гомозиготными по комплексу желаемых признаков.

В заключение следует отметить, что проведенные исследования позволили нам выделить ряд ценных комбинаций скрещивания, которые в гибридном потомстве могут формировать генотипы с комплексом хозяйственно-ценных признаков и свойств, способных конкурировать с современными сортами озимой мягкой пшеницы. Примером таких комбинаций является скрещивание Виктория × Куяльник, из которой отобрана нами линия Эритроспермум 531-05, обладающая высоким уровнем гомеостатичности.

Список використаних джерел

1. Лукьяненко П. П. Новый способ искусственного опыления пшеницы / П. П. Лукьяненко // Семеноводство. – 1934. – № 4. – С. 6-7.
2. Оценка зимостойкости растений / В. Я Юрьев., П. В.Кучумов, В. Г. Вольф. [и др.]// Общая селекция и семеноводство полевых культур. – М. : Сельхозгиз, 1958. – С. 141.

3. Жуковский П. М. Ботанико-географические и генетические основы селекции пшеницы и пшенично-ржаных гибридов на качество зерна / П. М. Жуковский // Приемы и методы повышения качества зерна колосовых культур. – Л.: Колос, 1967. – С. 13-22.
4. Майстренко О. И. Современное состояние и проблемы генетики качества и количества клейковины в зерне мягкой пшеницы / О. И. Майстренко // Там само. – С. 52-57.
5. Максимов Н. Г. Генетические аспекты улучшения первичных форм гексаплоидных тритикале / Н. Г. Максимов // Генетика, селекция и агротехника тритикале : сб. научн. трудов / ВСГИ. – Одесса, 1980. – С. 60-88.
6. Максимов Н. Г. Создание и цитогенетическое изучение реципрокных гибридов F₁ гексаплоидных тритикале с мягкой пшеницей / Н. Г. Максимов // Прикладные аспекты генетики, цитологии и биотехнологии сельскохозяйственных растений : сб. научн. трудов / ВСГИ. – Одесса, 1988. – С. 52-64.
7. Селекция пшеницы на устойчивость к твердой головне / [Алфимов В. А., Шутовенкова Л. И., Пучков Ю. М., Набоков Г. Д.] // Пшеница и тритикале. – Краснодар : Советская Кубань, 2001. – С. 358-366.
8. Тимофеев В. Б. Отдаленная гибридизация в селекции озимой мягкой пшеницы / В. Б. Тимофеев, Л. Ф. Дудка, В. Я. Ковтуненко // Там само. – С. 143-153.

Обговорюються результати використання внутрішньовидової і міжвидової гібридизації в селекції озимої м'якої пшениці. Показано можливість використання озимих гексаплоїдних тритикале в рекомбінаційній селекції озимої м'якої пшениці.

Розглядаються необмежені можливості генетичної рекомбінації при внутрішньовидових і міжвидових схрещуваннях.

Отримані трансгресивні та інтрогресивні форми озимої м'якої пшениці перевищують стандартні сорти за врожайністю, стійкістю до основних фітозахворювань та іншими господарськоважливими ознаками і властивостями.

The results of the use of intraspecific and intergeneric hybridization in winter bread wheat breeding are discussed. The possibility of use of hexaploid triticale in recombinant breeding of winter bread wheat has been demonstrated. Unlimited possibilities of genetic recombination in intraspecific and intergeneric crosses are discussed. Transgressive and introgressive genotypes of winter bread wheat have been developed which exceed the standard varieties by yield ability, resistance to major diseases, and other economically important traits and properties.