

РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ПШЕНИЦЫ ТВЁРДОЙ ОЗИМОЙ (*TRITICUM DURUM* DESF.) НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО

Щипак Г.В., Цупко Ю.В., Щипак В.Г.

Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН

Плакса В.Н.

Волынская государственная сельскохозяйственная опытная станция ИСХЗП НААН

Изложены особенности наследования зимостойкости, высоты растений и продуктивности гибридами F_1 и F_2 при межвидовой и внутривидовой гибридизации твёрдой пшеницы с мягкой и тургидной (*Triticum turgidum* L.). Установлены параметры трансгрессивной изменчивости зимостойкости в F_2 - F_{11} различных типов скрещиваний. Дана оценка новым высокоурожайным сортам озимой твёрдой пшеницы Шулындинка, Приазовская и Фрам по морфо-биологическим и хозяйственно ценным признакам.

Ключевые слова: *Triticum durum* Desf, *Triticum aestivum* L., *Triticum turgidum* L., гибридизация, наследование зимостойкости, трансгрессии, сорта, урожайность, качество

Проблема нехватки зерна для макаронной промышленности остается актуальной. Из-за сокращения сборов твёрдой пшеницы вынужденно используется зерно мягкой. Увеличить производство сырья макаронно-крупяного назначения призвано создание и внедрение более зимостойких и урожайных сортов твёрдой и тургидной пшеницы (*Triticum turgidum* L.).

В селекции озимой твердой пшеницы за 50 лет достигнуты значительные успехи, прежде всего в повышении ее продуктивности. Потенциальная урожайность современных сортов превышает 9 т/га. Однако реализуется она, как правило, в благоприятных условиях. Стабильность урожайности зависит от комплекса признаков, и важнейшим из них по-прежнему является зимостойкость. Ее уровень остается недостаточным для надежной перезимовки в условиях Украины.

Вопросам повышения зимостойкости мягкой пшеницы посвящено немало работ [1, 2, 3], из которых следует утверждение о необычайной сложности проблемы и фактической безуспешности усилий, направленных на преодоление порога устойчивости к низким температурам, достигнутого еще до зарождения научной селекции. Аналогичная ситуация складывается и у озимой твердой пшеницы. С ростом урожайности все труднее сохранять ее зимостойкость близкой к потенциалу первых экстенсивных сортов этой культуры.

В совершенствовании озимой твёрдой пшеницы по зимостойкости, продуктивности, устойчивости к болезням, качеству зерна основной целью было расширение генетического разнообразия методами межвидовой и внутривидовой гибридизации, выяснение особенностей наследования хозяйственно ценных признаков, влияющих на адаптивность, уровень и стабильность урожайности новых сортов.

Методика исследований. Работы по созданию и улучшению исходного материала озимой твердой пшеницы проводились нами с 1994 года в Институте растениеводства (Лесостепь) и на Приморском опытно-селекционном участке (Мариуполь, острозасушливая Степь).

В годы проведения исследований сложились контрастные по гидротермическому режиму условия, преимущественно удовлетворительные для перезимовки, роста и развития растений. В период вегетации преобладала умеренно засушливая (1996, 1998, 2002, 2007, 2010, 2011, 2013 гг.) и очень засушливая погода (1994, 1999, 2000, 2006, 2008, 2009, 2012 гг.). Относительно влажным был 2004, а чрезмерное увлажнение отмечено в 1997 и

2003 годах. Нормальные гидротермические условия имели место только в 1995, 2001, 2005 и 2014 годах.

Непосредственно от действия негативных зимних факторов (-17°C на узле кущения, мощная ледяная корка) озимые посевы погибли или сильно пострадали только в 2003 году: средний по сортоиспытанию урожай озимой твёрдой пшеницы составил 0,88 т/га, мягкой пшеницы – 0,34 т/га.

В другие годы минимальная температура почвы на глубине узла кущения не опускалась ниже $-1,2...-11,8^{\circ}\text{C}$. Самым комфортным был 2014 год: наличие оптимального снежного покрова (18-25 см) и отсутствие глубоких оттепелей уберегло посевы от подмерзания. В 2010 году растения вышли из зимовки в хорошем состоянии, но в первой половине мая они фактически погибли из-за тотального повреждения клопом черепашкой (урожайность в КСИ 0,51-0,91 т/га). Неудачным оказался и 2006 год, так как во время налива озимые посевы уничтожил сильный град. Для расширения генетического разнообразия осуществляли внутривидовые и межвидовые скрещивания сортов и линий пшеницы различного происхождения и типа развития. Полученные гибриды изучали методом пересева популяций и педигри, выполняя отборы в F_2 и последующих поколениях. Схема селекции озимо-яровых гибридов предусматривала многократное чередование осенних посевов с весенними в контрастных зонах (рис.). Селекционный питомник включал 3,5-18,0 тысяч семей и линий, в т. ч. 1,3-3,7 тыс. на Приморском ОСУ. Контрольный питомник (900-2300 линий) и сортоиспытание (19-250 номеров) размещали в 2-4 – кратной повторности по черному пару в опытном поле ИР им. В.Я. Юрьева. Учетная площадь делянки 1-10 м^2 . Посев проводили в оптимальные сроки вручную и сеялкой ССФК-7. Уборка селекционного питомника выполнялась вручную, контрольного питомника и сортоиспытания – комбайном САМПО-130. Макароны свойства исследовали в лаборатории качества ИР в соответствии с государственными стандартами [4]. Зимостойкость оценивали путем подсчета количества растений осенью и весной, морозостойкость – при искусственном промораживании в камерах КНТ-1 лаборатории селекции и физиологии озимой пшеницы ИР. Характер наследования определяли по степени доминирования количественных признаков [5]. Частоту и степень трансгрессии рассчитывали по Г.С. Воскресенской, В.И. Шпота [6]. Статистический анализ полученных данных проводили в соответствии с Б.А. Доспеховым [7].

Результаты исследований. В скрещиваниях использовали 94 сорта озимой, 16 яровой твердой, 3 сорта тургидной (*Triticum turgidum* L.) и 117 сортов озимой мягкой пшеницы различного происхождения. Одной из родительских форм служил сорт местной селекции. Осуществляли парные скрещивания по следующим циклам: *T. durum* / *T. durum* (озимые / озимые), *T. durum* / *T. durum* (яровые/озимые), *T. aestivum* / *T. durum*, / *T. durum* / *T. aestivum* и *T. durum* / *T. turgidum*.

Оценка характера наследования устойчивости к комплексу зимних факторов гибридами F_1 озимой твердой пшеницы показала следующее. Среди изученных комбинаций зимостойкость проявлялась чаще по типу депрессии (36,7 %) и положительного сверхдоминирования (29,2 %). Промежуточный тип наследования (h_r от $-0,50$ до $0,50$) установлен в 24,1 % случаев при равном соотношении положительных (h_r от 0 до $0,50$) и отрицательных значений (h_r от $-0,50$ до 0). Негативное (h_r от -1 до $-0,51$) и позитивное доминирование (h_r от $0,51$ до 1) зимостойкости выявлено только у 5,8 и 4,2 % комбинаций (табл. 1).

Таблица 1. Степень доминирования некоторых хозяйственно ценных признаков у гибридов F_1 и F_2 от скрещивания сортов озимой твёрдой пшеницы ($\bar{X}$ за 9 лет, 1995 - 2013 гг.)

Признак	Поколение	Количество шт.		Перезимовка, %	Частота комбинаций с h_r , %					
		комбинаций	растений		< -1	от -1 до -0,51	от -0,50 до 0	от 0 до 0,50	от 0,51 до 1	> 1
Зимостойкость	F_1	120	6002	47,1	36,7	5,8	12,5	11,6	4,2	29,2
	F_2	37	24133	62,9	8,1	5,4	10,8	24,3	16,2	35,2
Высота растений	F_1	113			1,8	6,2	9,7	16,8	22,1	43,4
	F_2	37			0	5,4	16,2	27,0	13,5	37,9
Продуктивность	F_1	113			23,9	10,6	8,0	13,3	9,7	34,5
	F_2	37			8,1	5,4	2,7	24,3	16,2	43,3

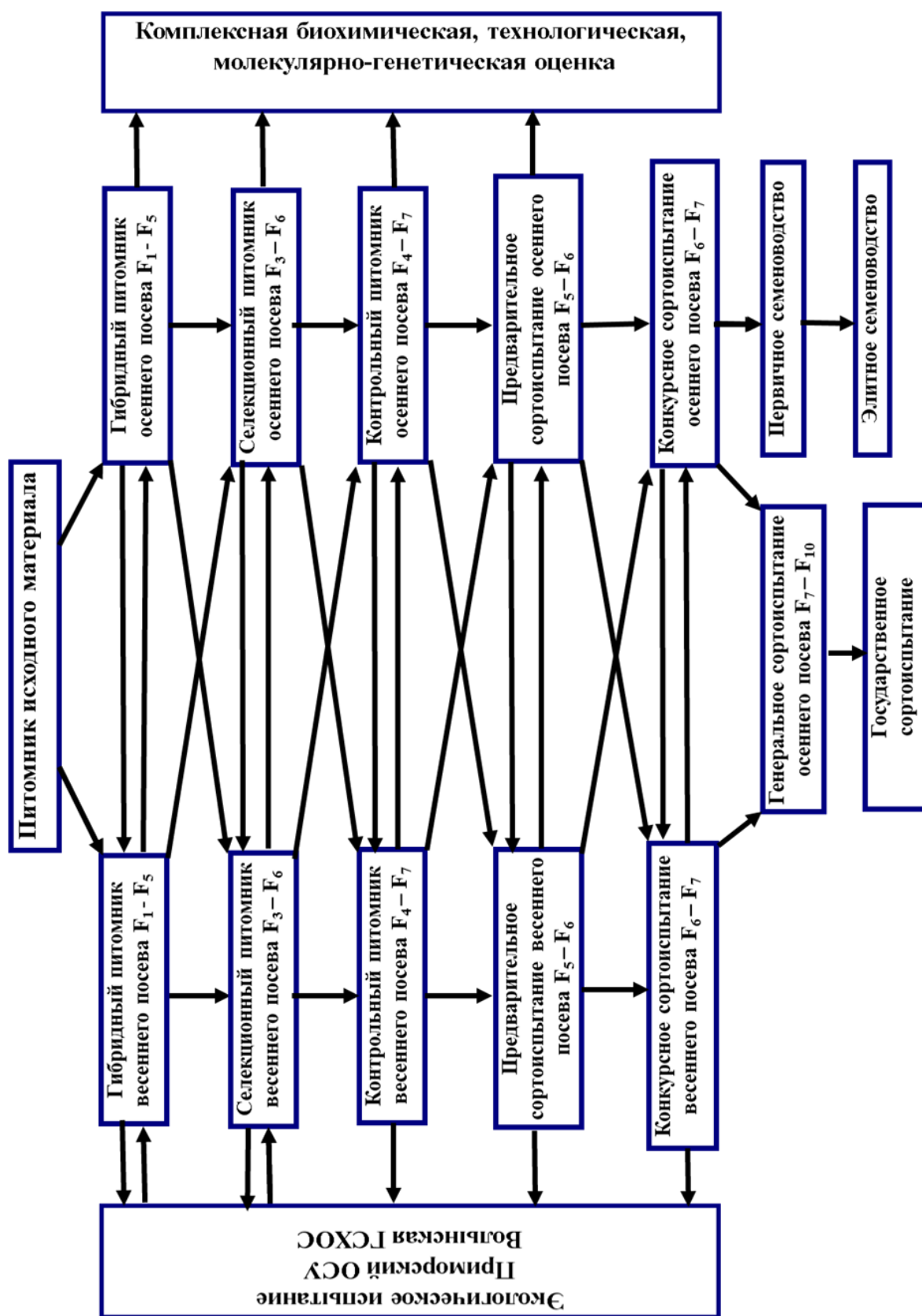


Рис. Схема селекции озимо-яровых гибридов и сортов пшеницы

В F_2 *T. durum* / *T. durum* характер наследования зимостойкости существенно изменился. Среди изученных 37 комбинаций депрессия отмечена только в 8,1 % случаев. Возросло на 6,0 - 11,0 % число гибридов со сверхдоминированием и промежуточным наследованием. В четыре раза увеличилась частота позитивного доминирования. Гетерозисные комбинации были созданы с участием Кандиканс 1996-4, Леукурум 1963, Леукурум 102-174 и Афина, имеющих повышенный и вышесредний потенциал устойчивости к низким температурам.

Внутривидовые гибриды F_1 и F_2 озимой твердой пшеницы наследовали высоту растений однотипно. Комбинаций со сверхдоминированием установлено соответственно 43,4-37,9 %, позитивным доминированием 22,1-13,5% и промежуточным наследованием 26,5-43,2 %. В селекционном отношении ценность представляли гибриды, у которых высота растений наследовалась по типу отрицательного доминирования и депрессии. В F_1 таких вариантов выявлено 1,8 и 6,2 %. В F_2 депрессия по этому признаку не проявилась, а негативное доминирование снизилось до 5,4 %.

Урожайность зерна у родительских форм и гибридов озимой твёрдой пшеницы зависела от зимостойкости растений и условий перезимовки, что обусловило большое сходство в характере их проявления. В F_1 преобладали комбинации со сверхдоминированием (43,3 %), депрессией (23,9 %) и промежуточным наследованием продуктивности. Редко наблюдалось негативное (8,0 %) и позитивное доминирование (9,7 %).

В F_2 негативное наследование урожая зерна с делянки составило всего 16,2 % комбинаций, в т.ч. депрессия 8,4 %, негативное доминирование 5,4 % и 2,7 % промежуточное наследование в интервале h_r от - 0,50 до 0. Частота комбинаций с позитивным наследованием составила 83,8 %, в том числе сверхдоминирование 43,3 %, положительное доминирование 16,2 % и промежуточное наследование 24,3 %. Таким образом, при многолетнем испытании внутривидовых гибридов F_2 озимой твердой пшеницы проявился преимущественно позитивный характер наследования хозяйственно-ценных признаков на фоне повышения зимостойкости с 47,1 % в F_1 до 62,9 %.

Скращивания озимых сортов с яровыми выполняют с целью улучшить исходный материал по продуктивности, длине вегетационного периода, устойчивости к болезням, засухоустойчивости, качеству зерна. Из-за спасений потери зимостойкости и через длительный процесс формирования и стабилизации хозяйственно-ценных признаков, этот метод применяется не часто. По мнению А.И. Грабовца, М.А. Фоменко, В.А. Колтуновой [8], использовать формы с большой степенью удаленности нецелесообразно из-за несоответствия систем генов, определяющих взаимоотношение генотип-среда, что ограничивает рекомбинацию и делает появление трансгрессий невозможным. Авторы привлекают генотипы максимально приближенные к модели будущего сорта. На первых же этапах накопления исходного материала при создании озимой твердой пшеницы гибридизация озимой мягкой с яровой твёрдой служила основным методом [9, 10, 11]. Впоследствии во внутривидовых скрещиваниях эффективно использовали полуозимые формы твёрдой пшеницы [12].

За период с 1997 года нами осуществлено 67 гибридных комбинаций озимой твёрдой пшеницы с яровыми сортами, созданными в Украине (Харьковская 23, Харьковская 27, Нащадок и др.), России (Саратовская 57, Людмила, Оренбургская 10), Мексике (СД 32607, СД 52482, СД 66589). Среди полученных комбинаций относительно хорошо зимовали гибриды с местными сортами яровой твёрдой пшеницы. Сохранность растений F_1 и F_2 этого цикла скрещиваний оказалась в 2-4,3 раза меньше, чем у гибридов озимых твёрдых пшениц. Другим был в F_1 и характер наследования зимостойкости: отрицательное доминирование - 55,5 %, промежуточное - 44,5 %. В F_2 , из-за расщепления по типу развития и слабой зимостойкости яровой части гибридов, сохранилось в среднем 14,6 % растений, что обусловило специфический тип наследования. Количество комбинаций с промежуточным характером проявления устойчивости в интервале h_r - 0,50...0 возросло до 78,6 %. У остальных гибридов отмечено негативное доминирование зимостойкости.

Наследование высоты растений озимо-яровыми гибридами F_1 и F_2 твёрдой пшеницы носило более сложный характер. В первом поколении не выявлено комбинаций с депрессией этого признака, а негативное наследование имело место только среди 14,3% вариантов. Также высота растений наследовалась промежуточно (30,8 %), по типу позитивного доминирования (38,5 %) и сверхдоминирования (19,2 %). Во втором поколении наследова-

ние высоты растений носило негативный характер в 57,1 % случаев, в т. ч. депрессия – 14,3 %, негативное доминирование – 28,5 %, промежуточное наследование в интервале h_r от – 0,50 до 0 – 14,3 %. Комбинаций с позитивным доминированием и сверхдоминированием выявлено соответственно 28,6 и 14,3 %. Сложившееся соотношение типов наследования высоты соломины озимо-яровыми гибридами обусловлено использованием контрастных родительских форм, низкостебельных озимых и высокорослых яровых, а также гибелью в F_2 85,4 % растений преимущественно ярового типа развития. Сказалось и более угнетенное, чем у озимых, состояние уцелевших гибридов после возобновления вегетации.

Плохая перезимовка озимо-яровых гибридов и сильное подмерзание сохранившихся растений снизили продуктивность, особенно в F_1 : во всех 26 комбинациях гибриды уступили по сбору зерна озимым родителям. В F_2 выжившие растения отличались нормальной жизнеспособностью, но из-за изреженности делянок у 85,7 % комбинаций проявилась депрессия, а в остальных – негативное доминирование (табл. 2).

Таблица 2. Степень доминирования некоторых хозяйственно ценных признаков у гибридов F_1 и F_2 от скрещивания яровой твёрдой пшеницы с озимой твёрдой ($\bar{X}$ за 1997 - 2008 гг.)

Признак	Поклоение	Количество шт.		Перезимовка, %	Частота комбинаций с h_r , %					
		комбинаций	растений		< -1	от -1 до -0,51	от -0,50 до 0	от 0 до 0,50	от 0,51 до 1	> 1
Зимостойкость	F_1	36	6583	23,9	0	55,5	16,7	27,8	0	0
	F_2	14	10802	14,6	0	21,4	78,6	0	0	0
Высота растений	F_1	26			0	11,5	3,9	26,9	38,5	19,2
	F_2	7			14,3	28,5	14,3	0	28,6	14,3
Продуктивность	F_1	26			100	0	0	0	0	0
	F_2	7			85,7	0	14,3	0	0	0

Таким образом, наследование зимостойкости, высоты растений и продуктивности озимо-яровыми гибридами F_1 и F_2 носило специфический в значительной мере негативный характер, что обусловлено их низкой выживаемостью в зимний период, стрессовым состоянием, сохраняющимся длительное время после возобновления вегетации. Гибриды ранних поколений от скрещивания яровых и озимых твёрдых пшениц необходимо выращивать в более комфортных условиях, обеспечивающих хорошую перезимовку и высокий коэффициент размножения. Вполне соответствовал этим требованиям Приморский ОСУ, расположенный на юге Донецкой области.

Основным методом получения исходного материала для селекции озимой твёрдой пшеницы на повышение её морозо-зимостойкости и продуктивности признана гибридизация мягкой пшеницы с твёрдой [13]. В Институте растениеводства работа в этом направлении была возобновлена в 1994 году. Из-за плохой всхожести гибридов твёрдая пшеница / мягкая и их меньшей зимостойкости, усилия были направлены главным образом на получение прямых комбинаций. В скрещиваниях использовали высокозимостойкие экстенсивные образцы Алабасская, Альбидум 114, Ферругинеум 1239, высокопластичные пшеницы с различным уровнем зимостойкости Мироновская 808, Безостая 1, Заря, Одесская 267 и др., высокоурожайные, интенсивные сорта Альбатрос одесский, Антонівка, Астет, Василина и др.

Многолетнее испытание межвидовых гибридов пшеницы в полевых условиях показало, что наследование признака зимостойкости поливариантно. Среди гибридных комбинаций F_1 и F_2 наблюдались все типы наследования, но с существенно разной частотой. В F_1 45% комбинаций проявили депрессию, 24,2 % - отрицательное доминирование. Невысоким было проявление этого свойства по типу сверхдоминирования (11,4 %) и промежуточного наследования (13,6 %). Частота позитивного доминирования составила только 5,3 %. В F_2 *T. aestivum* / *T. durum* соотношение комбинаций с негативным (h_r от < -1 до 0) и положительным доминированием (h_r от 0 до >1) изменилось незначительно, на 6,2 % в сторону промежуточного наследования и более зимостойкой родительской формы. Количество комбинаций со сверхдоминированием зимостойкости снизилось до 2,6 %.

Межвидовые гибриды F₁ и F₂ наследовали высоту растений однотипно и преимущественно позитивно. Промежуточное наследование отмечено соответственно у 39,2 и 33,3 % гибридов. Частота позитивного доминирования была одинаковой – по 23,1 %. Сверхдоминирование фиксировалось больше в F₂ на 14,1 % (табл. 3).

Таблица 3. Типы наследования зимостойкости, высоты растений и продуктивности у гибридов F₁ и F₂ T. aestivum L. / T. durum Desf. ($\bar{X}$ за 8 лет, 1995 - 2011 гг.)

Признак	Поклоение	Количество шт.		Перезимовка, %	Частота комбинаций с hr, %					
		комбинаций	растений		< -1	от -1 до -0,51	от -0,50 до 0	от 0 до 0,50	от 0,51 до 1	>1
Зимостойкость	F ₁	132	6652	42,6	45,5	24,2	8,3	5,3	5,3	11,4
	F ₂	39	15921	60,6	51,3	12,8	7,7	17,9	7,7	2,6
Высота растений	F ₁	130			5,4	5,4	12,3	26,9	23,1	26,9
	F ₂	39			2,6	0	12,8	20,5	23,1	41,0
Продуктивность	F ₁	130			88,5	10,8	0	0,7	0	0
	F ₂	39			87,1	0	0	2,6	2,6	7,7

По сбору зерна с делянки межвидовые гибриды мягкой пшеницы с твёрдой уступили родительским формам в большинстве вариантов. Только у 10,8 % комбинаций установлено негативное доминирование. Имело место и промежуточное наследование продуктивности (0,7 %). Во втором поколении в результате расщепления появилось больше комбинаций с промежуточным типом наследования и позитивным доминированием – по 2,6 %. Из 39 гибридов эффект сверхдоминирования выявлен только в трёх комбинациях: Эритро-спермум 57 / Церулесценс 526, Перлина лісостепу / Золоте руно и Харьковская 107 / Перлина одеська. Последние две комбинации выделились в 2003 году, проявив лучшую устойчивость к длительно залегающей притертой ледяной корке.

Таким образом, при межвидовой гибридизации озимой мягкой пшеницы с твёрдой гибриды F₁ и F₂ в основном уступали исходным формам по зимостойкости и продуктивности. В тоже время гибридные растения характеризовались мощным развитием и в 26,9-41,0 % случаев превосходили по высоте обоих родителей.

У гибридов мягкой пшеницы с твёрдой зимостойкость растений F₁ и F₂ ниже при использовании в качестве матери T. durum [14]. В нашей работе с 1997 года было выполнено 320 скрещиваний T. durum / T. aestivum. Из-за плохой всхожести зерновок, в F₁ изучили 42 комбинации, а в F₂ только четыре. В среднем перезимовка растений F₁ составила 24,6 %, на уровне озимо-яровых гибридов. Плохая сохранность растений вызвана их пониженной жизнеспособностью и слабой корневой системой, что негативно влияло на устойчивость к выпиранию. В F₂ выживаемость гибридов существенно повысилась, но составила только 36,5 %, что в 1,7 раза хуже в сравнении с прямыми комбинациями (табл. 4).

Таблица 4. Особенности наследования некоторых хозяйственно ценных признаков у гибридов F₁ и F₂ T. durum Desf. / T. aestivum L. ($\bar{X}$ за 4 года, 1997 - 2003 гг.)

Признак	Поклоение	Количество		Перезимовка, %	Частота комбинаций с hr, %					
		комбинаций	растений		< -1	от -1 до -0,51	от -0,50 до 0	от 0 до 0,50	от 0,51 до 1	>1
Зимостойкость	F ₁	42	2910	24,6	42,9	7,1	38,1	2,4	0	9,5
	F ₂	4	523	36,5	50,0	25,0	25,0	0	0	0
Высота растений	F ₁	20			0	0	15,0	45,0	15,0	25,0
	F ₂	4			0	25,0	0	50,0	25,0	0
Продуктивность	F ₁	20			95,0	5,0	0	0	0	0
	F ₂	4			100	0	0	0	0	0

Наследование зимостойкости гибридами F_1 и F_2 *T. durum* / *T. aestivum* носило в основном негативный характер: депрессия – 42,9-50 % вариантов, отрицательное доминирование – 7,1-25,0 %, промежуточное наследование преимущественно в интервале h_r от – 0,50 до 0 соответственно 38,1-25,0 %. Из 42 комбинаций F_1 в четырёх отмечено сверхдоминирование. В их число вошли гибриды от наиболее зимостойких форм твёрдой пшеницы Кандиканс 1996-4 и Афина с мягкой пшеницей различного уровня зимостойкости: Мионовская 808, Донецкая 48, Памяти Федина и Пошана. Однако в F_2 эффекта сверхдоминирования не установлено.

В F_1 *T. durum* / *T. aestivum* наследование высоты растений происходило по типу сверхдоминирования (25,0 %), позитивного доминирования (15,0 %) и промежуточно (60 %). Во втором поколении наблюдалось негативное и позитивное доминирование (по 25,0 %), а также промежуточное наследование (50,0 %). В F_1 и F_2 гибриды твёрдой пшеницы с мягкой уступили по продуктивности родительским формам.

Значительную ценность в селекционном и практическом отношении имеют сорта тургидной озимой пшеницы, выведенные во ВНИИ зерновых культур [15]. Так, Донской янтарь отличается высокой урожайностью, средней-вышесредней зимостойкостью, хорошим качеством зерна. С 1996 года было изучено 25 гибридных комбинаций, созданных с участием лучших сортов озимой твёрдой и тургидной пшеницы Новинка 4, Терра и Донской янтарь.

Гибриды F_1 и F_2 *T. durum* / *T. turgidum* в среднем за 5 лет полевых испытаний проявили более высокий уровень зимостойкости в сравнении с другими вариантами скрещиваний. Превышение над внутривидовыми гибридами твёрдой пшеницы составило 19,5-11,3 % соответственно в F_1 и F_2 , озимо-яровыми – 42,7-59,6 %, межвидовыми мягкая / твёрдая – 24,0-13,6 % и твёрдая / мягкая – 42,0-37,7 %.

В этом цикле скрещиваний наследование зимостойкости носило своеобразный характер, что проявилось в высоком показателе положительного доминирования над негативным: частота вариантов F_1 с h_r в интервале от 0 до >1 составила 76,0 %, в F_2 – 87,5 %. Наибольшим оказался и выход комбинаций со сверхдоминированием зимостойкости – 40,0-62,5 %. Такая реакция гибридов *T. durum* / *T. turgidum* на комплекс зимних условий связана не только с их повышенной устойчивостью к отрицательным температурам, но и к выпиранию растений и особенно к снежной плесени.

Наследование длины стебля у половины комбинаций F_1 и F_2 с тургидной пшеницей происходило по типу сверхдоминирования. Случаев депрессии выявлено не было. Позитивное доминирование проявилось только в F_1 (25 % комбинаций). Негативное доминирование (8,3-25,0 %) и промежуточное наследование (16,7-25,0 %) имело место как в F_1 так и в F_2 (табл. 5). Следует указать, что селекционеры Зернограда использовали при создании сортов тургидной пшеницы высокостебельный образец Губице 47-44 с высотой растений 140 см.

Таблица 5. Распределение гибридов F_1 и F_2 *T. durum* Desf. / *T. turgidum* L. по типам наследования зимостойкости, высоты растений и продуктивности ($\bar{X}$ за 5 лет, 1997 - 2013гг.)

Признак	Поклоение	Количество шт		Перезимовка, %	Частота комбинаций с h_r , %					
		комбинаций	растений		< –1	от –1 до –0,51	от –0,50 до 0	от 0 до 0,50	от 0,51 до 1	>1
Зимостойкость	F_1	25	1256	66,6	12,0	0	12,0	20,0	16,0	40,0
	F_2	8	2825	74,2	0	12,5	0	12,5	12,5	62,5
Высота растений	F_1	24			0	8,3	8,3	8,4	25,0	50,0
	F_2	8			0	25,0	25,0	0	0	50,0
Продуктивность	F_1	24			8,4	8,3	12,5	12,5	25,0	33,3
	F_2	8			0	0	12,5	25,0	25,0	37,5

При анализе наследования продуктивности гибридами F_1 с тургидной пшеницей выявлены все типы доминирования: депрессия (8,4 %), негативное доминирование (8,3 %), промежуточное наследование и позитивное доминирование – по 25,0 %. Наиболее часто встречалось сверхдоминирование (33,3 %). Таким образом, в сравнении с другими методами создания исходного материала, гибриды *T. durum* / *T. turgidum* отличались повышенной частотой сверхдоминирования зимостойкости, высоты соломины и продуктивности, что связано с генетическими и морфобиологическими особенностями тургидной пшеницы (*T. turgidum* L.), усиливающих выживаемость растений при распространении снежной плесени и после длительных оттепелей.

Эффективность селекции на комплекс хозяйственно-ценных признаков определяется наличием соответствующего исходного материала, правильным подбором родительских пар, результативностью отборов. Выдающиеся достижения получены на основе принципа скрещиваний отдаленных эколого-геологических форм, предложенного Н.И. Вавиловым и реализованного в практической работе П.П. Лукьяненко [1], А.П. Шехурдина [16], Н.В. Цицина [17], А.Ф. Шулындина [3, 14], убедительно показавших: чем больше различаются родительские формы в генетическом отношении, тем выше вероятность получения желаемых трансгрессий. Согласно Ф.Г. Кириченко, А.В. Нефёдову, Н.А. Литвиненко [18], ценны в скрещиваниях и сорта одной экологической группы, но различающиеся по биологическим свойствам и хозяйственным признакам.

Яровые отличаются от озимых пшениц по многим параметрам. Гибридизацию этих контрастных форм эффективно применяли для улучшения озимых и яровых сортов мягкой и твёрдой пшеницы. Генотипы, выделенные из озимо-яровых гибридов, сочетали хорошую зимостойкость, урожайность и качество [19, 20, 21]. В селекции озимой твёрдой пшеницы яровые сорта сыграли еще не совсем осознанную, но определяющую роль.

По частоте и жесткости экстремальных условий в период зимовки регион Харьковского селекционного центра не имеет себе равных в Украине. В течение 1911-2014 годов здесь было зафиксировано 20 неблагоприятных зим, в том числе 8 очень суровых. Они характеризовались недостаточным снежным покровом и резкими перепадами температур от минусовых к положительным и наоборот, ледяными притертыми корками с застоями талой воды, выпиранием. Потери урожая озимой пшеницы в такие годы достигали 35-100 % [22, 23].

В катастрофические по своим последствиям для озимых посевов периоды, селекционерам удастся более объективно выяснить особенности зимостойкости перспективных сортов, оценить исходный материал и отобрать уникальные, трансгрессивные формы растений. По данным А.А. Горлач [24], в суровые зимы 1928 и 1929 годов на большом материале было достоверно установлено, что морозостойкость наследуется промежуточно, а трансгрессии более вероятны при скрещивании двух слабозимостойких или средне – слабозимостойкими формами. В бесснежную зиму 1947 года в комбинации Эритроспермум 15 / Ковейл, где оба родителя слабозимостойкие, был выделен высокопродуктивный сорт Белоцерковская 198 с зимостойкостью выше средней. Обширный исходный материал, создаваемый В.Н. Ремесло с 1949 года методом изменения яровых форм в озимые, прошел испытание в условиях крайне неблагоприятного 1956 года, что способствовало созданию высокозимостойких сортов [2]. Обобщая многолетние исследования по выведению зимостойких форм мягкой пшеницы, А.И. Грабовец [8] указывает на то, что плюстрасгрессии появляются при неблагоприятных перезимовках в F_3 - F_5 . При скрещивании высокозимостойких родителей они практически отсутствовали или были минимальными. Высокой частотой проявления трансгрессивных морозостойких генотипов отличались скрещивания высокозимостойкий / среднезимостойкий и среднезимостойкий / среднезимостойкий.

Таким образом, многолетний опыт ведущих селекционеров свидетельствует, что положительные по зимостойкости трансгрессии выщепляются при скрещивании контрастных генотипов, либо с одинаковой степенью проявления этого свойства, но на среднем или низком уровне. Исходя из длительного изучения гибридных популяций пшеницы мягкой, твёрдой и тритикале, полагаем, что генетический механизм трансгрессий зимостойкости основывается на комплементарных различиях соответствующих систем генов, ответственных за уровень проявления важнейших функций жизнедеятельности растительных организмов в

постоянно меняющихся условиях окружающей среды и влияющих на устойчивость к аномальным температурам, дефициту влаги, воздуха, питательных веществ и т. д. Поэтому вероятность получения уникальных плюострансгрессий зависит от многих факторов: степени различий исходных форм, размаха и длительности формообразовательного процесса объёма гибридных популяций и масштабности отборов в соответствующих условиях.

Родительские формы, использованные нами при внутривидовых и межвидовых скрещиваниях пшеницы, существенно различались по зимостойкости, типу развития, темпам роста перед уходом в зиму и после возобновления вегетации, морфологическим и хозяйственно ценным признакам. В цикле скрещиваний сортов озимой твёрдой пшеницы из 120 комбинаций выделились в практическом отношении Харьковская 32 / Белый парус (зимостойкость средняя / ниже средней), Кандиканс 1996-4 / Харьковская 32 (выше средней / средняя), Афина / Топаз (средняя – выше средней / ниже средней), Афина / Гордеиформе 50 (средняя-выше средней / средняя) и Афина / Крупинка (средняя-выше средней / ниже средней). Всего было изучено 2282 семьи и линии F_2 - F_9 . В среднем показатель степени трансгрессий по зимостойкости составил 17,5, частоты – 11,5 %. Количество линий, уступивших обоим родительским формам, достигло 18,3 % со степенью 23,0 %. За исключением комбинации Афина / Гордеиформе 50 с ограниченным числом линий, гибриды занимали по зимостойкости промежуточное положение между родителями (табл. 6).

Наибольшая степень трансгрессии 22,4 % в среднем за 7 лет отмечена в комбинации Кандиканс 1996-4 / Харьковская 32 при частоте 7,2 %. В F_3 - F_9 варьирование степени трансгрессии составило в благоприятные годы 9,5 – 23,9 % и 43,6 % в катастрофический по перезимовке год. Частота трансгрессии колебалась в интервале 0,9-25,0 % и была минимальной в 2003 году.

Таблица 6. Уровень трансгрессии по зимостойкости у гибридов от скрещивания сортов озимой твердой пшеницы (1997 - 2013 гг.)

Комбинация	Поколение, год, показатель	Изучено семей, линий	Количество сохранившихся растений, %				Трансгрессии, %			
			♀	♂	$F, \bar{X}$	интервал	положительные		отрицательные	
							Тс	Тч	Тс	Тч
Кандиканс 1996-4 Харьковская 32	F_3 1997	136	74,6	63,4	60,6	22,9-99,1	23,9	5,9	55,0	61,8
	F_4 1998	85	78,4	62,5	63,2	20,0-98,2	14,0	11,8	57,8	14,1
	F_5 1999	862	82,9	45,0	68,5	32,9-100	20,6	3,9	26,0	7,3
	F_6 2000	192	82,6	58,3	79,3	47,1-100	13,0	25,0	36,1	3,6
	F_7 2001	41	87,7	62,5	69,1	39,8-100	9,5	19,5	20,0	19,5
	F_8 2002	9	90,4	78,9	71,1	49,8-100	10,6	11,1	36,9	11,1
	F_9 2003	215	3,9	1,9	0,6	0-5,6	43,6	0,9	10,5	98,6
	$\sum, \bar{X}$	1540	76,3	53,5	59,4	0-100	22,4	7,2	29,3	25,1
Афина / Топаз	F_2 2008	171	88,0	53,9	69,3	58,4-95,3	5,9	1,8	0	0
	F_3 2009	39	95,3	63,8	93,6	75,0-100	3,6	5,1	0	0
	F_4 2010	14	75,0	50,0	70,7	60,0-80,0	6,7	21,4	0	0
	F_5 2011	255	80,4	54,2	75,9	35,3-86,8	7,6	42,0	25,3	4,3
	F_6 2012	138	79,9	55,1	79,0	50,2-91,3	13,1	20,3	0	0
	F_7 2013	46	98,0	61,0	92,4	83,0-100	1,7	6,5	0	0
	$\sum, \bar{X}$	663	85,5	56,6	76,9	35,3-100	7,6	22,0	9,7	1,7
Афина / Крупинка	F_3 2009	63	95,3	71,0	84,6	70,3-98,0	2,8	1,6	0,9	3,2
Афина / Гордеиформе 50	F_4 2010	7	75,0	70,0	67,1	60,0-80,0	6,7	28,6	14,3	57,1
	F_5 2011	9	80,4	73,8	73,1	41,7-81,0	0,7	11,1	43,5	11,1
	F_6 2013	20	98,0	78,4	78,1	67,1-99,2	1,2	5,0	13,9	60,0
	$\sum, \bar{X}$	36	81,8	74,0	74,7	41,7-99,2	2,1	11,1	21,4	47,2
Всего	$\sum, \bar{X}$	2282	79,2	59,8	65,9	0-100	17,5	11,5	23,0	18,3

В комбинации от скрещивания сортов Афина и Топаз выход трансгрессий в среднем за 6 лет оказался высоким (22,0 %), но степень трансгрессии достигла только 7,6 %. При небольшой выборке линий (36-63) в комбинациях с участием сортов Афина, Гордеиформе 50 и Крупинка всё же были выделены трансгрессивные по зимостойкости линии с минимальной степенью 2,1-2,8 и частотой 1,6-11,1 %.

Таким образом, частота и степень трансгрессии зимостойкости при внутривидовой гибридизации озимой твёрдой пшеницы существенно варьировала в зависимости от выражения этого свойства у обоих родительских форм, условий перезимовки, гибридного поколения. Наиболее достоверные трансгрессии удастся выделить в старших поколениях при массовой гибели растений в суровые годы.

Из 132 популяций от скрещивания озимых сортов мягкой и твёрдой пшеницы комплексно-ценные линии *T. durum* отобраны в четырёх из них (табл. 7). При контрастных различиях родителей, уровень перезимовки 687 линий озимой твёрдой пшеницы соответствовал промежуточному типу наследования зимостойкости и составил в среднем за 1999-2013 годы 69,7 %. Выход трансгрессивных по устойчивости линий (3,0 %) и степень превышения над исходными формами (4,0 %) были в этом цикле в 3,8-4,4 раза меньше в сравнении с внутривидовыми скрещиваниями озимой твёрдой пшеницы. Средняя частота отрицательных по зимостойкости трансгрессий межвидовых и внутривидовых гибридов пшеницы оказалась практически одинаковой, соответственно 19,1 и 18,3 %. Степень же негативных трансгрессий в комбинациях *T. aestivum* / *T. durum* вдвое превышала показатели внутривидовых гибридов.

В комбинации от скрещивания мягкой пшеницы с повышенной зимостойкостью Заря и среднезимостойкой твёрдой пшеницей Харьковская 32 сохранность растений зависела от условий перезимовки, поколения и варьировала от 1,3 до 81,4 %, что несколько выше в сравнении с внутривидовыми гибридами, изучавшихся в аналогичных условиях.

Таблица 7. Трансгрессии по зимостойкости у гибридов озимой мягкой пшеницы с *T. durum* Desf. (1999 - 2013 гг.)

Комбинация	Поколение, год, показатель	Изучено семей, линий	Количество сохранившихся растений, %				Трансгрессии, %			
			♀	♂	F, $\bar{X}$	интервал	положительные		отрицательные	
							Тс	Тч	Тс	Тч
Заря/ Харьковская 32	F ₃ 1999	66	73,5	45,0	69,0	11,3-81,0	3,7	4,5	74,9	1,5
	F ₄ 2000	65	91,6	58,3	71,4	31,0-94,5	3,2	1,5	46,8	1,5
	F ₅ 2001	21	93,7	62,5	58,0	48,3-94,1	0,4	4,8	12,8	14,3
	F ₆ 2002	45	98,1	78,9	81,4	39,8-100	0,9	4,4	49,6	2,2
	F ₇ 2003	32	3,5	1,9	1,3	0-6,2	48,6	9,4	80,5	65,6
	$\Sigma, \bar{X}$	229	69,5	44,8	61,6	0-100	9,0	4,3	57,0	11,8
Астет/Пассат	F ₃ 2009	24	92,3	75,8	82,1	25,3-96,9	2,4	12,5	47,6	12,5
Астет/Карат	F ₃ 2009	18	92,3	79,8	80,5	70,0-87,3	0	0	2,8	38,9
Василина/Карат	F ₂ 2008	28	94,6	63,2	80,3	63,8-91,6	0	0	0	0
	F ₃ 2009	20	96,1	79,8	90,4	78,5-98,9	2,9	5,0	1,6	5,0
	F ₄ 2010	22	85,0	65,0	70,0	60,0-80,0	0	0	7,7	4,5
	F ₅ 2011	190	94,6	52,2	64,3	17,9-81,5	0	0	59,2	47,6
	F ₆ 2012	69	85,0	59,8	74,0	20,0-90,1	5,9	5,8	66,5	1,4
	F ₇ 2013	87	98,3	68,5	85,0	65,0-100	1,7	3,4	5,1	1,1
	$\Sigma, \bar{X}$	416	93,2	65,5	72,9	17,9-100	1,5	1,9	39,6	22,7
Всего	$\Sigma, \bar{X}$	687	85,5	59,8	69,7	0-100	4,0	3,0	44,7	19,1

Степень и частота трансгрессий в комбинации Василина / Карат, родительские формы которой характеризуются вышесредней и средней-нижесредней зимостойкостью, в благоприятные 2008-2013 годы находились на очень низком уровне (1,5-1,9 %) с незначительным варьированием по поколениям (1,7-5,9 %), причем в F₂ из 28 семей, F₃ (22 семьи) и F₅ среди 190 линий трансгрессивные генотипы не выявлены. Вероятно это связано с мяг-

кими зимними условиями, непреложным фактом генетически обусловленной меньшей зимостойкостью твёрдой пшеницы и, главное, специфичностью передачи высокой зимостойкости от мягкой пшеницы. В катастрофическом 2003 году единичные линии твердой пшеницы сохранились существенно лучше. Так, в комбинации F₇ Заря / Харьковская 32 частота трансгрессий достигла 9,4, а степень – 48,6 %. В аномальных условиях наиболее морозостойкие формы выделяются в тех немногих комбинациях, в которых формообразовательный процесс сочетается с естественным появлением мутаций. Частота новообразований носит сортоспецифический характер, поэтому далеко не все генотипы мягкой пшеницы способны генерировать в гибридных популяциях высокозимостойкие трансгрессии.

Таким образом, у гибридов озимой мягкой пшеницы с твёрдой плюстрасгрессии зимостойкости проявлялись с частотой в 3,8 раза меньшей, а их степень на 13,5 % уступала трансгрессивным линиям от внутривидовых скрещиваний. В комбинациях T. Durum / T. aestivum положительных трансгрессий по зимостойкости не найдено.

В цикле межвидовых скрещиваний T. durum / T. turgidum из 25 гибридных комбинаций в трёх отобрано, размножено и изучено на зимостойкость 60 линий твёрдой и промежуточного морфотипа. В комбинации среднезимостойкого сорта твёрдой пшеницы Харьковская 32 с тургидной пшеницей Новинка 4 нижесредней зимостойкости в условиях суровой зимы 2003 года плюстрасгрессии проявились с частотой 12,0 %, но их степень была невысокой, 2,7 %. В благоприятные по перезимовке 2010 и 2011 годы в комбинации Афина / Терра (среднезимостойкий сорт тургидной пшеницы) степень и частота трансгрессии в F₄ составила 6,7 и 28,6 %. В F₅ показатели снизились соответственно до 5,1 и 19,0 %. Относительно больше трансгрессивных линий (14,3 %) выделилось в F₃ от скрещивания среднезимостойких сортов твёрдой пшеницы Кассиопея с тургидной Донской янтарь.

В среднем по циклу скрещиваний T. durum / T. turgidum перезимовка в F₃ - F₈ была ниже, чем у родительских форм, а частота трансгрессивных по зимостойкости линий составила 16,7 % с незначительным превышением в 5,4 % (табл. 8).

Таблица 8. Трансгрессии по зимостойкости у гибридов от скрещивания сортов T. durum Desf. с T. turgidum L. (2003, 2010 - 2011 гг.)

Комбинация	Поклоение, год, показатель	Изучено семей, линий	Количество сохранившихся растений, %				Трансгрессии, %			
			♀	♂	F, $\bar{X}$	интервал	положительные		отрицательные	
							Тс	Тч	Тс	Тч
Харьковская 32 / Новинка 4	F ₈ 2003	25	0	0	0,4	0-7,6	2,7	12,0	0	0
Афина / Терра	F ₄ 2010	7	75,0	70,0	72,9	70,0-80,0	6,7	28,6	0	0
	F ₅ 2011	21	80,4	72,6	75,0	22,5-85,3	5,1	19,0	35,0	42,9
	$\Sigma, \bar{X}$	28	77,7	71,1	74,5	22,5-85,3	5,5	21,4	26,3	32,2
Кассиопея / Донской янтарь	F ₃ 2011	7	42,3	40,9	12,4	0-48,4	14,4	14,3	68,7	28,6
Всего	$\Sigma, \bar{X}$	60	48,9	47,4	36,4	0-85,3	5,4	16,7	20,3	18,4

Среди перспективных комбинаций от скрещивания максимально контрастных по зимостойкости и типу развития исходных сортов твёрдой пшеницы – яровых с озимыми – было отобрано и изучено 918 семей и линий F₂ - F₁₁. Испытывался этот материал в относительно благоприятных условиях 2008-2013 годов (табл. 9). В F₂ выживаемость растений варьировала в зависимости от ярового сорта в интервале 15,4-34,7 %. В F₃ и последующих поколениях зимостойкость гибридов резко возросла и приблизилась к озимому родителю.

В среднем за 7 лет перезимовка озимо-яровых гибридов F₂ - F₁₁ составила 73,7 %, озимых родительских твёрдых пшениц – 77,8 %. Средняя частота плюстрасгрессий достигла 11,1 % с варьированием по комбинациям и поколениям от 1,5 до 28,9 %, степень трансгрессии – 2,6-58,6 %.

Таблица 9. Особенности проявления трансгрессий по зимостойкости у гибридов от скрещивания яровой твердой пшеницы с озимой твердой (2008 - 2013 гг.)

Комбинация	Поколение, год, показатель	Изучено семей, линий	Количество сохранившихся растений, %				Трансгрессии, %			
			♀	♂	F, $\bar{x}$	интервал	положительные		отрицательные	
							Tc	Tч	Tc	Tч
Харьковская 41 / Гордеиформе 78	F ₂ 2008	17	0	81,1	30,8	0-88,3	6,4	17,6	93,4	76,5
	F ₃ 2009	20	0	94,8	87,2	69,5-98,3	2,6	15,0	0	0
	F ₄ 2010	7	0	75,0	57,1	50,0-80,0	6,7	12,5	33,3	71,4
	$\sum, \bar{x}$	44	0	82,5	60,6	0-98,3	4,7	15,6	41,4	40,9
Харьковская 27 / Гордеиформе 78	F ₂ 2008	16	0	81,1	15,4	0-41,1	0	0	84,2	93,8
	F ₃ 2009	14	0	94,8	85,3	55,6-100	3,6	14,3	0	0
	$\sum, \bar{x}$	30	0	88,2	48,0	0-100	1,7	6,7	44,9	50,0
Харьковская 23 / Жемчужина Дона	F ₂ 2008	5	0	50,0	34,7	10,1-79,3	58,6	20,0	59,6	20,0
	F ₃ 2009	83	0	91,6	87,0	58,8-100	9,2	28,9	0	0
	F ₄ 2010	17	0	60,0	50,0	40,0-60,0	0	0	33,3	23,5
	$\sum, \bar{x}$	105	0	66,2	78,5	10,1-100	10,1	23,8	8,2	4,8
Харьковская 23 / Леукурум 1963	F ₂ 2008	60	0	71,6	30,1	0-88,9	11,9	6,7	93,3	65,0
	F ₃ 2009	279	0	96,9	82,8	5,1-100	3,2	8,2	5,2	0,4
	F ₄ 2010	14	0	75,0	62,1	40,0-80,0	6,7	7,1	46,7	14,3
	F ₅ 2011	152	0	75,4	68,8	21,3-78,8	4,2	11,1	71,0	11,1
	F ₆ 2012	45	0	80,0	78,3	49,9-89,9	12,4	13,3	0	0
	F ₇ 2013	122	0	96,1	84,9	49,3-100	4,1	13,1	0	0
	F ₁₁ 2012	67	0	80,0	78,0	58,8-93,0	16,7	1,5	0	0
	$\sum, \bar{x}$	739	0	81,6	78,9	0-100	6,1	9,2	25,0	8,0
Всего	$\sum, \bar{x}$	918	0	77,8	73,7	0-100	6,4	11,1	24,5	10,6

Высокие показатели частоты трансгрессий в ранних поколениях обусловлены гетерозиготностью потомств. Озимо-яровые комбинации характеризовались, в сравнении с другими типами скрещиваний, наиболее длительным периодом расщепления по продолжительности вегетационного периода, типу развития, морозо-зимостойкости и другим признакам и свойствам. Генетически стабильные плюстрасгрессии проявлялись преимущественно в старших поколениях. Так, в комбинации Харьковская 23 / Леукурум 1963 в F₂ - F₇ имелось 6,7 - 13,3 % потомств с большей зимостойкостью, чем у озимого сорта. К F₁₁ среди 67 линий выделилась только одна (частота 1,5 %), превысившая Леукурум 1963 на 16,7 %.

В результате многолетних отборов на зимостойкость и комплекс хозяйственно-ценных признаков из популяций, созданных методами внутривидовой и межвидовой гибридизации генотипов с контрастными системами адаптивности, выделены трансгрессивные по устойчивости к неблагоприятным зимним условиям перспективные в практическом отношении низкостебельные высокопродуктивные линии озимой твердой пшеницы с хорошими и отличными макаронными качествами (табл. 10, 11).

Критические температуры вымерзания, установленные по результатам промораживаний в холодильной камере, составили для сортов Афина – 16,5 °С, Харьковская 32, Тур, Макар, Шулындынка – 15,0 -15,5 °С, Айсберг одесский – 14,5 °С, Крупинка, Бурштин, Континент, Пассат – 13, 0 - 13,5 °С [25].

Сорт озимой твердой пшеницы Шулындынка, внесенный в Реестр сортов растений Украины с 2013 года, отличается стабильно высокой урожайностью. В среднем за 9 лет конкурсных испытаний сбор зерна составил 5,14 т/га, на 1,30 т/га больше в сравнении с национальным стандартом Бурштин. В государственном сортоиспытании в среднем за три года (2010-2012) урожайность Шулындынки достигла в Степи 4,57, Лесостепи 6,53 т/га. Прибавка над стандартом в Лесостепи составила 0,51 т/га, а в среднем по двум зонам 0,16 т/га. Максимальная урожайность зерна нового сорта 9,43 т/га получена в 2011 году на Винницком госэкспертцентре при 8,73 т/га у стандарта Алый парус.

Таблица 10. Морфобиологическая характеристика сортов озимой твёрдой пшеницы (2000 - 2014 гг.)

Сорт	Происхождение	Разновидность	Высота, расте-ний, см	Зимо-стой-кость, балл	Веgetаци-онный период, дней	Масса 1000 зерен, г
Харьковская 32	Гордеиформе 1203/63 / Д F 8/71	гор-деиформе	83	6,6	284	46,9
Тур	Харьковская 32 / Белый парус	гор-деиформе	87	7,5	284	45,9
Афина	Кандиканс 1996-4 / Харьковская 32	леукурум	92	7,7	287	44,8
Макар	Харьковская 32 / Белый парус	гор-деиформе	88	7,5	283	45,7
Шулындынка	Харьковская 23 / Леукурум 1963	гор-деиформе	86	7,5	284	47,9
Приазовская	Харьковская 23 / Леукурум 1963	гор-деиформе	86	8,1	284	47,7
Фрам	Харьковская 23 / Леукурум 1963	леукурум	90	7,5	283	44,2
Гордеиформе 515	Афина / Топаз	гор-деиформе	87	7,5	285	45,8
Валенсия 861	Василина / Карат	валенсия	90	7,6	287	43,0
Бурштин, национальный стандарт		гор-деиформе	85	6,8	284	45,5

Таблица 11. Урожайность и качество зерна сортов озимой твёрдой пшеницы (КСИ, пар, 2000-2014 гг.)

Сорт	Оригина-тор	Число лет испы-тания	Урожайность, т/га		Макаронные свойства		
			$\bar{X}$	отклонение от стандарта	белок в зерне, %	цвет макарон, балл	средний балл
Харьковская 32, стандарт	ИР	14	3,92	0	15,3	7	5,5
Тур	ИР	14	4,60	+0,68	14,9	7	4,3
Афина ^Р	ИР	14	4,53	+0,61	15,0	8	5,8
Макар ^Р	ИР	14	4,74	+0,82	14,7	6	4,0
Шулындынка ^Р	ИР	9	5,14	+1,22	14,3	7	7,8
Приазовская	ИР	9	5,28	+1,36	14,5	7,5	5,8
Айсберг од.	СГИ	14	3,59	- 0,33	15,2	5	3,8
Бурштин	СГИ	5	3,84	- 0,08	14,5	6	6,8
Лагуна	СГИ	3	5,40	+1,48	14,3	6	6,5
Континент	СГИ	7	4,39	+0,47	14,0	6	6,8
Гелиос	ВНИИСЗК	7	4,54	+0,62	14,8	6	5,5
Жемчужина Дона	ВНИИСЗК	7	4,19	+0,27	14,5	7	7,0
Донской янтарь *	ВНИИСЗК	7	4,18	+0,26	15,0	8	7,5
Крупинка	КНИИСХ	7	4,21	+0,29	14,7	7	7,0
$\bar{X}$ по твёрдой пшенице			4,42	+0,50	14,7	6,7	6,0
Пшеница мягкая озимая**			4,77	+0,82	13,2	-	-
НСР ₀₅			0,47				

* – *Triticum turgidum* L.

** – Донецкая 48 – до 2005 г., Одесская 267 – с 2006 г., Подолянка – с 2014 г.

Многолинейные сорта Шулындынка, Приазовская и Фрам сформированы на основе трансгрессивных линий, выделенных их комбинации Харьковская 23 / Леукурм 1963. Они сочетают повышенную зимостойкость с пластичностью и высокой продуктивностью. В благоприятном по перезимовке 2014 году их урожайность составила соответственно 7,28, 7,32 и 7,43 т/га, что превышает менее зимостойкий Бурштин на 0,26-0,41 т/га.

На высоком уровне объединены признаки адаптивности, урожайности и качества у линий, отобранных из комбинаций Афина / Топаз и Василина / Карат. В последней среди широкого спектра разновидностей преимущество получили гордеиформе, леукурм и особенно валенсия. У этих линий потенциал продуктивности существенно увеличился из-за продолжительного вегетационного периода, крупного колоса с многозерным типом колоска, что обеспечило максимальный сбор зерна в 2013-2014 гг. – 7,38-8,10 т/га.

Выводы. 1. Наследование зимостойкости, высоты растений и продуктивности гибридами пшеницы от внутривидовых (*T. durum* Desf / *T. durum* Desf) и межвидовых скрещиваний (*T. aestivum* L. / *T. durum* Desf, *T. durum* Desf / *T. aestivum* L., *T. durum* Desf / *T. turgidum* L.) носило специфический характер и зависело от генотипа родительских форм (уровень зимостойкости, тип развития), условий перезимовки, поколения гибридов и других факторов.

2. В F_1 и F_2 от скрещивания озимых сортов *T. durum* Desf выявлены все типы наследования зимостойкости, среди которых с наибольшей частотой встречалась депрессия (36,7 - 8,1 %, соответственно в F_1 и F_2), промежуточное наследование (24,1 - 35,1 %) и сверхдоминирование (29,2 - 35,2 %). Высота растений и продуктивность наследовались преимущественно позитивно (57,5 - 83,9 %). В F_2 - F_9 степень плюстрасгрессий по зимостойкости составила 17,5 %, частота -11,5 % с варьированием соответственно 0,7 - 43,6 и 0,9 - 42,0 % в зависимости от условий перезимовки, комбинации скрещивания и поколения гибридов. Минимальная частота плюстрасгрессий наблюдалась в старших поколениях в неблагоприятный по перезимовке 2003 год. В этом цикле скрещиваний созданы сорта озимой твёрдой пшеницы Тур, Афина^R, Макар^R и Гордеиформе 515.

3. Зимостойкость озимо-яровых гибридов *T. durum* Desf в F_1 и F_2 в 2,0 -4,3 раза уступала озимым гибридам. Она наследовалась по типу негативного доминирования (55,5 - 21,4 %) и промежуточно (44,5 - 78,6 %). Наследование высоты растений носило сложный характер с проявлением всех типов доминирования. Формирование продуктивности происходило по типу депрессии (100 - 85,7 %) и негативного доминирования. В F_3 - F_{11} показатель перезимовки резко возрос до 73,7 % и приблизился к озимому родителю (77,8 %). В F_2 - F_{11} частота плюстрасгрессий равнялась 11,1 %, степень – 6,4% с варьированием 2,6 - 58,6 %. В F_{11} количество достоверных трансгрессий не превысило 1,5 %. На основе высокозимостойких линий сформированы многолинейные сорта Шулындынка^R, Приазовская и Фрам.

4. При межвидовой гибридизации *T. aestivum* L. / *T. durum* Desf F_1 и F_2 , в основном, уступали по зимостойкости и продуктивности исходным формам. Высота растений в 26,9 - 41,0 % вариантов наследовалась по типу сверхдоминирования. Уровень перезимовки потомств F_2 - F_7 в среднем за 11 лет составил 69,7 % и соответствовал промежуточному типу наследования. Выход плюстрасгрессий (3,0 %) и степень превышения по зимостойкости (4,0 %) в 3,8 - 4,4 раза уступали внутривидовым гибридам. Частота отрицательных трансгрессий была аналогичной (19,1 %), а степень (44,7 %) вдвое больше показателя *T. durum* Desf / *T. durum* Desf. Высокопродуктивные линии с вышесредней зимостойкостью выделены из комбинации Василина / Карат.

5. Гибриды F_1 и F_2 *T. durum* Desf. / *T. turgidum* L. в среднем за 5 лет превысили по зимостойкости другие варианты скрещиваний на 11,3 - 59,6 %. Зимостойкость наследовалась по типу положительного доминирования (h_p от 0 до >1 составило 76,0 - 87,5 %), высота растений и продуктивность – с явным преимуществом сверхдоминирования (33,3 - 50,0 %). В F_3 - F_8 плюстрасгрессии проявились с частотой 16,7 %, но их степень была невысокой (5,4 %). Перспективные по урожайности и адаптивным свойствам формы выделены в комбинациях с тургидной пшеницей Донской янтарь. Их испытание продолжается во всех звеньях селекционного процесса.

Список использованных источников

1. Лукьяненко П.П. Селекция зимостойких сортов озимой пшеницы / П.П. Лукьяненко, Ю.М. Пучков // Методы и приёмы повышения зимостойкости озимых зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 9-22.
2. Ремесло В.Н. Методы и результаты селекции зимостойких высокопродуктивных сортов озимой пшеницы / В.Н. Ремесло // Методы и приёмы повышения зимостойкости озимых зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 23-29.
3. Шулындин А.Ф. Эволюционно-генетические основы повышение зимостойкости растений пшеничного типа / А.Ф. Шулындин // Методы и приёмы повышения зимостойкости озимых зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 79-97.
4. Методика визначення показників якості рослинної продукції. Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин.: Державний центр сертифікації, ідентифікації та якості сортів рослин / Під ред. О.М. Гончара. – К. : Алефа, 2000. – Вип. 7. – С. 6-41.
5. Griffing B.A. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance / B. A. Griffing // Heredity. – 1956. – №10. – P. 31-50.
6. Воскресенская Г.С. Трансгрессия признаков у гибридов Brassica и методика количественного учета этого явления / Г.С. Воскресенская, В.И. Шпота // Доклады ВАСХНИЛ. – 1967. - №7. – С. 18-20.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Грабовец А.И. Особенности селекции озимой мягкой пшеницы на Среднем Дону / А.И. Грабовец, М.А. Фоменко, В.А. Колтунова // Генетика и селекция растений на Дону. – Ростов-на-Дону: «АКРА», 2003. – Вып. 3. – С. 8-35.
9. Кобальтова Е.А. Характеристика межвидового скрещивания / Е.А. Кобальтова // Тр. Всесоюз. съезда по генетике, селекции, семеноводству и племенному животноводству. – Л., 1930. – Т. 4. – С. 159-175.
10. Шулындин А.Ф. Повышение морозо- и зимостойкости твёрдых пшениц / А.Ф. Шулындин // Доклады АН СССР. – 1954. – Т. 98. – №5. – С. 861 – 864.
11. Кириченко Ф.Г. Озимые формы твёрдой пшеницы / Ф.Г. Кириченко, М.С. Кириченко // Доклады ВАСХНИЛ. – 1955. – Вып. 3. – С. 13-19.
12. Кириченко Ф.Г. Краткие итоги селекции озимой твёрдой пшеницы для Степи УССР / Ф.Г. Кириченко, В.М. Пыльнев, А.И. Паламарчук // Селекция пшеницы на юге Украины. – Сб. науч. трудов. – ВСГИ. – 1980. – С. 40-52.
13. Салтыкова Н.Н. Теоретические и практические аспекты решения проблемы твёрдой озимой пшеницы в Поволжье / Н.Н. Салтыкова // Вопросы генетики и селекции зерновых и зернобобовых культур на Юго-Востоке РСФСР. – Сб. научных работ. – Саратов, 1987. – С. 13-21.
14. Шулындин А.Ф. Формирование свойства зимостойкости у растений межвидовых гибридов пшеницы (*Triticum vulgare* x *Tr. Durum*) / А.Ф. Шулындин // Журнал общей биологии. – 1958. – Т. 19. - №2. – С. 108-120.
15. Самофалова Н.Е. Результаты селекции озимой тургидной пшеницы на продуктивность и адаптивность в условиях Дона / Н.Е. Самофалова, Н.П. Иличкина // Пшеница и тритикале: Материалы н.-пр. конфр. – Краснодар, 2001. – С. 287-293.
16. Шехурдин А.П. Пути и методы селекции яровой пшеницы на Юго-Востоке СССР / А.П. Шехурдин // Избранные сочинения. – М.: Издательство с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1961. – С. 260-270.
17. Цицин Н.В. Теория и практика отдаленной гибридизации / Н.В. Цицин // М.: Наука, 1981. -159 с.
18. Кириченко Ф.Г. Селекция озимой мягкой пшеницы на юге Украины / Ф.Г. Кириченко, А.В. Нефёдов, Н.А. Литвиненко // Селекция и сортовая агротехника озимой пшеницы. – М. : Колос, 1979. – С. 29-42.

19. Лыфенко С.Ф. Селекция сортов озимой пшеницы полукарликового типа для условий юга Украины / С.Ф. Лыфенко, Н.И. Ериняк // Селекция и сортовая агротехника озимой пшеницы. – М. : Колос, 1979. – С. 110-118.
20. Щипак Г.В. Селекція озимої твердої пшениці і тритикале з підвищеними адаптивними і урожайними властивостями / Г.В. Щипак // Селекція польових культур: Збірник наукових праць. – Х., 2008. – С. 42-88.
21. Ковтуненко В.Я. Селекция озимой и яровой тритикале различного использования для условий Северного Кавказа / В.Я. Ковтуненко // Автореф. дис. доктора с.-х. наук. – Краснодар, 2009. – 45 с.
22. Дидусь В.И. О прогрессе в селекции озимой пшеницы в Харьковском селекцентре / В.И. Дидусь, М.И. Павлов // Селекция и сортовая агротехника озимой пшеницы. – М. : Колос, 1979. – С. 69-79.
23. Романенко О.Л. Гарантія високої продуктивності озимої пшениці / О.Л. Романенко, Г.Ф. Дударєва, М.С. Шевченко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2003. - №3-4. – С. 27-29.
24. Горлач А.А. Генетические аспекты селекции озимой пшеницы на зимостойкость / А.А. Горлач // Методы и приёмы повышения зимостойкости озимых зерновых культур. – М. : Колос, 1975. – С. 98-102.
25. Щипак Г.В. Селекция озимой твёрдой пшеницы на повышение адаптивного потенциала и урожайность / Г.В. Щипак, Р.А. Недоступов, В.Г. Щипак // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2012. – Т. 16. - №2. – С. 455-463.

References

1. Lukyanenko PP, Puchkov YuM. Breeding of winter-hardy varieties of winter wheat. Methods and techniques for increasing winter hardiness of winter cereals. M. : Kolos, 1975. 9-22.
2. Remeslo VN. Methods and results of breeding of winter-hardy high-hardy varieties of winter wheat. Methods and techniques for increasing winter hardiness of winter cereals. – M.: Kolos, 1975. 23-29.
3. Shulyndin AF. Evolutionary-genetic basis of improving winter hardiness in wheat-type plants. Methods and techniques for increasing winter hardiness of winter cereals. – M.: Kolos, 1975. 79-97.
4. A method for determination of product quality plant. State Commission of Ukraine for Testing and Protection of Plant Varieties.: State Center of Certification, Identification and Quality of Plant Varieties / Ed. by OM Gonchar. K. : Alefa, 2000. 7: 6-41.
5. Griffing B.A. A generalized treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity. 1956. 10: 31-50.
6. Voskresenskaya GS. Shpota VI. Transgression of traits in Brassica hybrids and methods of quantifying this phenomenon. Doklady VASHNIL. 1967. 7: 18-20.
7. Dospekhov BA. Methods of field experimentation with fundamentals of statistical processing of research results. M. : Agropromizdat, 1985. 351.
8. Grabovets AI, Fomenko MA, Koltunova VA. Peculiarities of soft winter wheat breeding in the Middle Don Region. Plant Genetics and Breeding in the Don region. – Postov-na-Dony: «ACRA», 2003. 3: 8-35.
9. Kobal'tova EA. Characterization of interspecies crossing. Proceedings of the All-Union Congress on Genetics, Breeding, Seed Production and Pedigree Livestock Farming. Л. 1930. 4: 159-175.
10. Shulyndin AF. Enhancement in frost tolerance and winter hardiness of hard wheats. Doklady AN SSSR. 1954. 98 (5): 861 – 864.
11. Kyrychenko FG, Kyrychenko MS. Winter forms of hard wheat. Doklady VASHNIL. 1955. 3: 13-19.
12. Kyrychenko FG, Pyl'nev VM, Palamarchuk AI. Summary of hard winter wheat breeding for the Steppes of Ukrainian SSR. Breeding in the South of Ukraine. Coll. scientific papers. VSGI. 1980. 40-52.

13. Saltykova NN. Theoretical and practical aspects of solving the problem of hard winter wheat in the Volga region. Challenges of Genetics and Breeding of Cereals and Legumes in the South East of the RSFSR. Coll. scientific papers. Saratov, 1987. 13-21.
14. Shulyndin AF. Formation of winter hardiness trait in plants of interspecific wheat hybrids. (*Triticum vulgare* x *Tr. Durum*). Zhurnal Obschey Biologii. 1958.19 (2): 108-120.
15. Samofalova NE, Ilichkina NP. Results of turgid winter wheat breeding for productivity and adaptability in the conditions of the Don Region. Wheat and Triticale: Proceedings of Scientific-Practical Conference. Krasnodar, 2001. 287-293.
16. Shekhurdin AP. Пути и методы селекции яровой пшеницы на Юго-Востоке СССР. Избранные сочинения. М. : Izd-vo s.-kh. literatury, zurnalov i plakatov, 1961. 260-270.
17. Tsytyn NV. Theory and practice of distant hybridization. М. : Nauka, 1981. 159.
18. Kyrychenko FG, Nefedov AV, Litvinenko NA. Winter wheat breeding in the South of Ukraine. Breeding and varietal agrotechnics of winter wheat. М. : Колос, 1979. 29-42.
19. Lyfenko SF, Erinyak NI. Breeding of semi-dwarf type winter wheat varieties for the conditions of the South of Ukraine. Breeding and varietal agrotechnics of winter wheat. М. : Kolos, 1979. 110-118.
20. Schipak GV. Breeding of hard winter wheat and triticale with increased adaptive and productive properties. Field Crop Breeding: Collection of scientific papers. – Kh., 2008. 42-88.
21. Kovtunen VYa. Breeding of winter and spring triticale for different uses for the conditions of the Northern Caucasus. Author's abstract of doctoral thesis in agricultural sciences. Krasnodar, 2009. 45.
22. Didus` VI, Pavlov MI. On the progress in winter wheat breeding in Kharkov breeding center. Breeding and varietal agrotechnics of winter wheat. М. : Kolos, 1979. 69-79.
23. Romanenko OL, Dudareva GF, Shevchenko MS. Гарантія високої продуктивності озимої пшениці. Visnyk Poltav's'koi derzavnoi agrarnoi akademii. 2003. 3-4: 27-29.
24. Gorlach AA. Генетические аспекты селекции озимой пшеницы на зимостойкость. Методы и приёмы повышения зимостойкости озимых зерновых культур. М. : Kolos, 1975. С. 98-102.
25. Schipak GV, Nedostupov RA, VG Schipak. Hard winter wheat breeding to increase adaptive potential and yield capacity. Vavilovskij zurnal genetiki i seleksii. 2012. 16 (2): 455-463.

РЕЗУЛЬТАТИ СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ОЗИМОЇ (*TRITICUM DURUM* DESF.) НА ЗИМОСТІЙКІСТЬ, УРОЖАЙНІСТЬ, ЯКІСТЬ

Щупак Г.В., Цупко Ю.В. Щупак В.Г.

Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН

Плакса В.М.

Волинська державна с.-г. дослідна станція ІСГЗП НААН

Ключові слова: *Triticum durum* Desf., *Triticum aestivum* L., *Triticum turgidum* L., гібридизація, успадкування зимостійкості, трансгресії, сорти, врожайність, якість

Мета. Розширення генетичного різноманіття методами міжвидової і внутрішньовидової гібридизації, дослідження успадкування господарсько цінних ознак, удосконалення озимої твердої пшениці за зимостійкістю, продуктивністю, якістю зерна.

Методи. Польові, лабораторні, математично-статистичні.

Результати. Встановлено особливості успадкування зимостійкості, висоти рослин і продуктивності гібридами F_1 і F_2 від міжвидової і внутрішньовидової гібридизації твердої пшениці (*Triticum durum* Desf.) з м'якою (*Triticum aestivum* L.) і тургідною (*Triticum turgidum* L.). Визначено параметри трансгресивної мінливості зимостійкості в F_2 і F_{11} різних типів схрещувань. На багатолінійній основі створено нові високоврожайні сорти озимої твердої пшениці Шуліндінка, Приазовська і Фрам.

Висновки. Успадкування зимостійкості, висоти рослин і продуктивності гібридами пшениці від внутрішньовидових (*Triticum durum* Desf./*Triticum durum* Desf.) і міжвидових схрещувань (*Triticum aestivum* L./*Triticum durum* Desf., *Triticum durum* Desf./*Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf./*Triticum turgidum* L.) мало специфічний характер з проявом усіх типів домінування і залежало від генотипу батьківських форм, умов перезимівлі, покоління гібридів та інших чинників. Середня частота позитивних трансгресій за зимостійкістю становила 3,0-16,7 %, ступінь - 4,0-17,5 %. В F₉ і F₁₁ кількість вірогідних трансгресій знизилась до 0,9-1,5 %.

RESULTS OF BREEDING OF HARD WINTER WHEAT (*TRITICUM DURUM* DESF.) FOR WINTER HARDINESS, YIELD CAPACITY, QUALITY

Schipak G.V., Tsupko Yu.V., Schipak V.G.

V. Ya. VJ St. George NAAS

Plant Production Institute nd. a V.Ya. Yuryev of NAAS

Plaksa V.M.

Volyn State Agricultural Experiment Station of. Institute of Agriculture of Western Polissya
NAAS

Keywords: *Triticum durum* Desf., *Triticum aestivum* L., *Triticum turgidum* L., hybridization, inheritance winter hardiness, transgressions, varieties, yield capacity, quality

Purpose. Expansion of genetic diversity by interspecific and intraspecific hybridization, studying inheritance of economically valuable traits, improvement of hard winter wheat in terms of winter hardiness, performance, grain quality.

Methods. Field, laboratory, mathematical and statistical.

Results. The peculiarities of inheritance of winter hardiness, plant height and performance by F₁ and F₂ hybrids obtained from interspecific and intraspecific hybridization of hard wheat with soft and turgid wheats were established. The parameters of transgressive variability of winter hardiness in F₂ and F₁₁ from different types of crosses were determined. The new high-yielding hard winter wheat varieties Shulyndinka, Pryazovska and Fram were created on the multi-line basis.

Conclusions. Inheritance of winter hardiness, plant height and performance by wheat hybrids from intraspecific (*Triticum durum* Desf. / *Triticum durum* Desf.) and interspecific (*Triticum aestivum* L. / *Triticum durum* Desf., *Triticum durum* Desf. / *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf. / *Triticum turgidum* L.) crosses was of specific nature with all types of dominance and depended on genotypes of parental forms, overwintering conditions, hybrid generation and other factors. The average frequency of positive transgressions for winter hardiness was 3.0-16.7%, level – 4.0-17.5%. In F₉ and F₁₁ the number of possible transgressions dropped to 0.9-1.5%.