

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ КОЛОСА У ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ПШЕНИЦЫ В СВЯЗИ С СЕЛЕКЦИЕЙ НА ПОВЫШЕНИЕ АДАПТИВНОСТИ И УРОЖАЙНОСТИ

Щипак Г.В., Цупко Ю.В., Щипак В.Г.

Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН

Изложены результаты многолетнего изучения в контрастных агроклиматических условиях популяций озимой пшеницы F_2 – F_{12} от межвидовых и внутривидовых скрещиваний. Установлено, что среди выявленных 20 разновидностей твёрдой пшеницы наиболее конкурентоспособными оказались гордеиформе, леукурум, церулесценс, а из 8 разновидностей тургидной – люзитаникум и драйшианум, сортообразующими – гордеиформе (Тур, Макар[®], Шулындинка[®], Приазовская) и леукурум (Афина[®]).

пшеница, межвидовая гибридизация, внутривидовая гибридизация, разновидности, зимостойкость, урожайность, многолинейные сорта

Стабильное производство высококачественного зерна для макаронно-кондитерской промышленности может быть обеспечено внедрением сортов озимой твёрдой пшеницы, обладающих комплексом ценных хозяйственно-биологических признаков: повышенной зимостойкостью, засухоустойчивостью, неполегаетостью при выращивании на высоких агрофонах, устойчивостью к болезням и вредителям, отличными технологическими качествами. Однако, подавляющее большинство зарегистрированных в Украине и России сортов этой культуры характеризуются нижесредней и средней зимостойкостью, что является основной причиной нестабильной урожайности. Поэтому актуальным остаётся создание более зимостойких высокоурожайных сортов с необходимым уровнем качества зерна.

Основной задачей настоящей работы было совершенствование озимой твёрдой пшеницы методами межвидовой и внутривидовой гибридизации, изучение наследования и изменчивости морфобиологических признаков в популяциях F_2 – F_{12} , испытание которых осуществлялось в контрастных агроклиматических условиях (лесостепь – острозасушливая степь). Многократные индивидуальные отборы в расщепляющихся популяциях и семьях выполнялись с целью создания высокопродуктивных генотипов с различной продолжительностью вегетационного периода и повышенной адаптивностью.

Отобранные морфологически однородные линии из одной или разных гибридных комбинаций служили основой для формирования сортов.

Материалы и методы. Для совмещения высокой урожайности с повышенной зимостойкостью растений в скрещиваниях использовали сорта озимой мягкой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) различного происхождения и зимостойкости: высокозимостойкие ('Мироновская 808', Украина; 'Алабаская', Россия; 'KS89W6RC06', США и др.), средnezимостойкие ('Альбатрос одесский', 'Экспромт', Украина; 'Московская 70', Россия и др.), низкозимостойкие ('Безостая 1', Россия).

Из сортов тургидной пшеницы (*Triticum turgidum* L.) в скрещивания вовлекли средnezимостойкие сорта гибридного происхождения: 'Новинка 4', 'Терра' и 'Донской янтарь' (Россия). Сорта и линии озимой твёрдой пшеницы (*Triticum durum* Desf.), включенные в программу скрещиваний, существенно различались по зимостойкости, урожайности, высоте растений и другим хозяйственно-ценным признакам. Вышесредний уровень устойчивости к комплексу зимних условий (7,5 баллов) имеют линии полуинтенсивного типа 'Леукурум 1963', 'Леукурум 1996/4', 'Гордеиформе 1744', 'Кандиканс 1996' с высотой растений 110-130 см. Средней зимостойкостью характеризуются 'Харьковская 32', 'Харьковская 147', 'Церулесценс 526' (ИР), 'Айсберг одесский' (СГИ), 'Жемчужина Дона', 'Гелиос' (Россия, ВНИИСЗК), нижесредней-средней – 'Алый парус', 'Коралл', 'Дельта', нижесредней – 'Дельфин' (все СГИ).

Гибридизация пшеницы (озимые/озимые, яровые/озимые) проводилась по общепринятой методике. Для совмещения периода колошения озимых и яровых форм яровые пшеницы высевали в подзимние и ранневесенние сроки. Ежегодно получали 25-130 гибридных комбинаций. Всего за период с 1994 года осуществили 1682 удачных комбинаций разного типа.

Гибридные популяции изучались методом пересева. Селекционный питомник закладывали ручными сажалками, контрольный и сортоиспытание – сеялкой ССФК 7. В лучших комбинациях со второго поколения проводили многократные отборы. Ботанический состав отдельных гибридных популяций определяли по поколениям, анализируя все уцелевшие растения, которые убирались с корнями. Качества зерна оценивали по методике государственного испытания [1], статистическую обработку результатов исследований выполняли по Б.А. Доспехову [2].

Результаты и обсуждение. Первое поколение гибридов от скрещивания разных по морфологическим признакам форм получается преимущественно однородным. Полное доминирование наблюдалось по признакам опушенность колоса, безостость, красная и черная окраска колоса и остей. У межвидовых гибридов промежуточный тип наследования характерен для плотности колоса, окраски зерна, реже – колоса. При внутривидовой гибридизации линии твёрдой пшеницы 'Леукурум 1963' с комплексом рецессивных признаков (колос белый, остистый, неопушенный, ости белые, зерно

янтарное) и сорта 'Харьковская 32', характеризующегося двумя доминантными (колос и ости красные) и тремя рецессивными признаками (колос остистый, голый, зерно янтарное), в F_1 доминировали признаки разновидности гордеиформе. В скрещиваниях сортов твёрдой пшеницы, у которых преобладали рецессивные признаки, с сортом 'Провинциале 46', имеющим комплекс доминантных генов (колос черный, остистый, ости черные, зерно янтарное) у гибридов F_1 наблюдалось сочетание доминантных признаков обоих родителей.

Формообразовательный процесс в поколении F_2 межвидовых гибридов зависел от генотипических особенностей форм, уровня морозостойкости гибридных растений. Определенное влияние на соотношения разновидностей оказывали экологические условия в период вегетации. Так, в 1996 году в F_2 от скрещивания озимой мягкой пшеницы 'Мироновская 808', характеризующейся высокой зимостойкостью и сортом озимой твёрдой пшеницы 'Айсберг одесский' со средней зимостойкостью, в период зимовки сохранилось 74,9% растений. Соотношение растений по видам и разновидностям в этой гибридной комбинации выявлено следующее: мягкой пшеницы – 45,06%, твёрдой – 31,83%. В группу с признаками промежуточного типа было отнесено всего 23,11% растений, главным образом с рыхлым колосом (18,60%). Всё разнообразие растений мягкой пшеницы включало 13 разновидностей, твёрдой – 11, среди которых подавляющее большинство растений относились к соответствующим разновидностям исходных родительских форм.

В комбинации от скрещивания 'Мироновской 808' с тургидной пшеницей гибридного происхождения 'Новинка 4' зимой погибло большее количество растений (38,3%), что привело к заметному сдвигу соотношения форм в сторону мягких пшениц (49,76%) и снижению количества растений типа *Triticum turgidum* (27,49%).

При скрещивании средnezимостойкой мягкой пшеницы 'Альбатрос одесский' с сортами озимой твёрдой пшеницы 'Айсберг одесский' и 'Алый парус' имело место снижение зимостойкости полученных гибридов. В F_2 этих комбинаций перезимовало только 40,9 – 43,8% растений, что значительно ниже в сравнении с гибридами, где в качестве материнской формы использовалась 'Мироновская 808'. У гибридов, созданных с участием сорта 'Альбатрос одесский', гибель в период перезимовки происходила среди типов растений относительно пропорционально: из общего числа растений мягкой пшеницы было 42,58 – 43,26%, твёрдой 26,61 – 31,21%, промежуточного типа 25,53 – 30,81%. Состав разновидностей популяций F_2 с сортом 'Альбатрос одесский' оказался значительно беднее, чем с 'Мироновской 808': 5 – 7 разновидностей против 13. Вместе с этим, необходимо учитывать вдвое больший объём выборки комбинации 'Мироновская 808'/'Айсберг одесский', а также морфологические и генетические особенности родительских форм.

Спектр расщепления в популяциях от скрещиваний сортов мягкой пшеницы с твёрдой должен был формироваться исходя из наличия морфологических признаков у родителей. Полученные данные выявили иную картину расщепления. Вместо 3–6 наиболее вероятных разновидностей их выявлено 7–13 по мягкой пшенице и 5 – твёрдой. Наибольшее количество разновидностей обнаружено в 2000 году в комбинации ‘Мироновская 808’/‘Алый парус’ – 15 мягкой и 12 твёрдой при перезимовке 81,6% растений. Спектр разновидностей заметно сужался в комбинациях с повышенной гибелью растений в зимний период. Так, у гибридов F_2 ‘Безостая 1’/‘Дельта’ среди 515 уцелевших растений, составляющих 63,3% от исходной популяции, выявлено соответственно 10 и 6 разновидностей.

В среднем по девяти гибридным комбинациям озимой мягкой пшеницы с твёрдой выход растений мягкой пшеницы составил 47,52%, твёрдой – 30,09%, промежуточного типа – 22,39% (табл. 1). Более широкой спектр изменчивости (до 15 разновидностей) и численное превосходство растений мягкой пшеницы обусловлено их повышенной выживаемостью в период перезимовки и вегетации.

Таким образом, гибриды F_2 от скрещивания мягкой пшеницы с твёрдой отличались мощным расщеплением по морфологическим признакам. Формообразование происходило особенно бурно, когда родительские формы имели большие различия по доминантным и рецессивным генам. Это комбинации с участием мягких пшениц ‘Мироновская 808’, ‘Заря’, ‘Московская 70’, ‘Безостая 1’ (все разновидности лютеценс) и твёрдой пшеницы ‘Харьковская 32’, ‘Алый парус’ (разновидность гордеиформе). Менее разнообразным формообразованием характеризовались гибридные комбинации преимущественно с рецессивным контролем исследуемых признаков (‘Экспромт’/‘Дельта’, ‘Безостая 1’/‘Дельта’).

Изменчивость морфологических признаков колоса у гибридов F_2 – F_4 озимой мягкой пшеницы с твёрдой исследовали также в условиях острозасушливой степи (Приморский опытно-селекционный участок). Использовали четыре гибридных комбинации, созданные с участием озимой мягкой пшеницы разновидности эритроспермум различного эколого-географического происхождения: ‘Экспромт’ (Украина, МИП), ‘Альбатрос одесский’ (Украина, СГИ) и ‘KS89WGRC06’ (США), двух сортов озимой твёрдой пшеницы селекции СГИ: ‘Алый парус’ (разновидность гордеиформе) и ‘Дельта’ (леукурум).

Лучшая выживаемость растений F_2 в зимний период 2000 года отмечена в комбинациях ‘Экспромт’/‘Алый парус’ (90,11%) и ‘KS89WGRC06’/‘Дельта’ (92,44%). В комбинациях ‘Экспромт’/‘Дельта’ и ‘Альбатрос одесский’/‘Алый парус’ выжило соответственно 79,56 и 73,43% растений. Количество установленных разновидностей варьировало у гибридов в интервале 10–16 (мягкая пшеница) и 8–16 (твёрдая).

Таблица 1. Соотношение видов и разновидностей пшеницы при расщеплении межвидовых гибридов F₂ по морфологическим признакам колоса (ИР, 1996 – 2000 гг, X̄)

Гибридная комбинация	Проанализировано, шт.		Triticum aestivum			T. durum			T. turgidum			Промежуточный тип, %					
	комбинаций	растений	шт.	%	число разновидностей	шт.	%	число разновидностей	шт.	%	число разновидностей	компактный колос		рыхлый колос		всего	
												шт.	%	шт.	%	шт.	%
T. aestivum/ T. durum	9	4497 (62,16)	2137	47,52	10,8 (5–15)	1353	30,09	8,6 (5–12)	-	-	-	124	2,76	883	19,64	1007	22,39
T. aestivum/ T. turgidum	1	422 (61,70)	210	49,76	7	-	-	-	116	27,49	8	14	3,32	82	19,43	96	22,75

Расщепление по окраске колоса в F_2 – F_4 от скрещивания мягкой пшеницы с твёрдой варьировало от 1:1 (если родительские формы отличались по этому признаку) до 1:23, при гибридизации неразличающихся сортов (табл. 2). Выход изменчивости за рамки родительских видов и разновидностей отмечали в своих исследованиях Ю.А. Филипченко [3], А.П. Шехурдин [4], А.Ф. Шулыгин [5], Н.В. Цицин [6], В.Д. Симинел [7], П.И. Буюкли [8, 9], П.П. Наскидашвили [10]. Это свойственно отдаленным гибридам, причем не только по систематическим признакам, но и количественным (число колосков в колосе, число зерен в колоске, длина колоса и др.). Существенное влияние на спектр расщепления оказали как уровень перезимовки растений, так и объём выборки в популяциях. Во всех исследованных комбинациях преобладали разновидности соответствующих родительских форм: у гибридов типа мягкой пшеницы – эритроспермум (15,84 – 24,11%), твёрдой – гордеiforme (14,93 – 22,56%) и леукурум (12,77 – 19,81%). Количество гибридных растений, относящихся к другим разновидностям, было значительно меньше: 0,31 – 10,64% мягкой и 0,31 – 7,55% – твёрдой пшеницы. В целом в F_2 от скрещиваний озимых мягкой и твёрдой пшениц к мягкой отнесено 39,64 – 49,65% (в среднем 43,55%), к твёрдой 31,91 – 43,29% (в среднем 38,38%).

Наряду с растениями, аналогичными исходным родителям, в F_2 выявлены формы промежуточного типа. Их количество варьировало по комбинациям от 17,07 до 18,55%. Подавляющее большинство таких форм имели рыхлый колос (16,42 – 18,44%), компактный – единичные растения (0,61 – 1,49%). Таким образом, во втором поколении межвидовых гибридов мягкой и твёрдой пшениц преимущество по численности и разновидностному полиморфизму имели растения типа мягкой пшеницы (43,55%). Растений твёрдой пшеницы, как менее зимостойких, насчитывалось 38,38% от общей численности популяций. Количество растений промежуточного типа было относительно стабильным и в среднем достигло 18,07%.

В третьем поколении гибридов мягкой и твёрдой пшеницы уровень перезимовки несколько повысился и составил в среднем 90,18 против 89,43% в F_2 с варьированием от 76,43 (‘Альбатрос одесский’/‘Дельта’) до 96,89% ‘Экспромт’/‘Алый парус’ (табл. 2). Суммируя движение разновидностей от F_2 к F_3 , следует отметить снижение общего числа разновидностей с 33 до 22. Особенно резкое сужение спектра изменчивости произошло в группе твёрдых пшениц – с 17 до 7 разновидностей. Численность основной разновидности мягкой пшеницы эритроспермум возросла с 20,09 до 26,25%. Среди твёрдой пшеницы количество растений разновидности гордеiforme почти удвоилось, с 8,98 до 15,02%, а леукурум – осталось на прежнем уровне (12,29%). Из 6290 проанализированных растений к промежуточному типу было отнесено 18,09%, что соответствует аналогичному показателю F_2 .

Таблица 2. Расщепление межвидовых гибридных популяций F₂–F₄ пшеницы по морфологическим признакам колоса (Приморский ОСУ, 2000 – 2002 гг.)

Гибридная комбинация	F ₂							F ₃					F ₄								
	всего растений, шт.	число основных разновидностей	окраска колоса			a+b/v	χ ²	всего растений, шт.	число основных разновидностей	окраска колоса			a+b/v	χ ²	всего растений, шт.	число основных разновидностей	окраска колоса			a+b/v	χ ²
			красная (а)	черная (б)	белая (в)					красная (а)	черная (б)	белая (в)					красная (а)	черная (б)	белая (в)		
'Экспромт'/ 'Алый парус'	164/ 90,11*	11/8 **	84	5	75	1,19:1	1,20	2458/ 96,89	15/5	1076	158	1224	1,01:1	0,04	606/ 95,13	11/6	235	32	339	1:1,27	8,56
'Экспромт'/ 'Дельта'	141/ 79,66	10/8	2	6	133	1:16,6	-	942/ 86,42	6/6	33	38	871	1:12,27	-	1019/ 91,23	6/6	24	19	976	1:22,70	-
'Альбатрос од.' 'Алый парус'	268/ 73,43	15/16	113	8	147	1:1,21	2,52	1057/ 76,43	9/6	460	33	564	1:1,14	4,90	362/ 84,19	9/7	159	20	183	1:1,02	0,04
'KS89WGRC06'/ 'Дельта'	318/ 92,44	16/13	53	21	122	1:1,65	54,05	1833/ 93,28	10/6	89	99	1645	1:8,75	-	444/ 96,31	8/6	15	18	414	1:12,55	-

* Количество перезимовавших растений в %.

** В числителе – T. aestivum, в знаменателе – T. durum.

В четвёртом поколении от скрещиваний мягкой пшеницы с твёрдой при относительно благоприятных условиях перезимовки гибель гибридных растений составила в среднем 8,09% с варьированием по комбинациям в интервале 3,61 – 15,81%. Большой устойчивостью к зимним условиям отличались растения комбинаций ‘Экспромт’/‘Алый парус’ и ‘KS89WGRC06’/‘Дельта’, у которых сохранилось соответственно 95,13 и 96,31%, меньшей – ‘Альбатрос одесский’/‘Дельта’ – 84,19%. Из 2431 проанализированных растений четырёх гибридных комбинаций F₄ в группу мягкой пшеницы попало 1224 растения (50,35%), твёрдой – 814, или 33,48%. К промежуточному типу отнесено 393 растения (16,17%), из которых 384 (15,80%) с рыхлым колосом.

Те же закономерности изменчивости состава популяций по морфологическим признакам колоса сохранились и в F₄. Произошло дальнейшее снижение общего разнообразного состава популяций, с 22 в F₃ до 18 в F₄. В комбинации ‘Экспромт’/‘Алый парус’ не обнаружено в F₄ следующих разновидностей, присутствовавших в F₃: грекум, барбаросса, псевдобарбаросса и велютинум. Вероятно, растения этих разновидностей погибли в зимний период, поскольку общая доля потерь от действия негативных факторов составила по данной популяции 3,11%, а количество растений исчезнувших разновидностей не превышало 0,60% от общего числа изученных растений. В комбинациях ‘Экспромт’/‘Дельта’ и ‘Альбатрос одесский’/‘Алый парус’ разнообразный состав мягкой пшеницы в F₄ не изменился, а среди гибридных растений ‘KS89WGRC06’/‘Дельта’ не обнаружено двух разновидностей – псевдобарбаросса и субгрекум, доля которых (3,49%) вполне укладывается в число растений, погибших в течение зимы (6,73%).

Твёрдые пшеницы, выделенные в F₄, относились к 7 разновидностям, что соответствует уровню F₃, причем их наличие по комбинациям было довольно стабильным (6–7), что по-видимому, является следствием резкого сокращения состава разновидностей в F₃ и сходных условий перезимовки в 2001 и 2002 годах.

Устойчивой оставалась и тенденция увеличения числа растений основных разновидностей. По мягкой пшенице общее количество доминирующей в популяциях разновидности эритроспермум возросло на 4,03% и составило 30,28%. Исключением стала комбинация ‘Альбатрос одесский’/‘Дельта’, в которой из-за значительной гибели растений от действия низких температур (15,81%), сократилась и численность этой разновидности с 30,18 до 28,45% при повышении состава эритролеукон (0,85 и 4,42% соответственно в F₃ и F₄), ферругинеум (1,23 и 3,87%) и субэритроспермум (4,54 и 8,01%).

Таким образом, из 9612 потомств F₂–F₄ от скрещивания сортов озимой мягкой пшеницы с твёрдой, к группе мягкой пшеницы отнесено 45,20%, твёрдой – 37,20%. Промежуточное положение заняло 17,60% гибридных потомств (табл. 3).

Таблица 3. Соотношение видов и разновидностей пшеницы при расщеплении межвидовых гибридов F₂–F₄ (Приморский ОСУ, среднее за 2000 – 2002 гг)

Гибридная комбинация	Число растений, шт.	T. aestivum		T. durum		Промежуточный тип, %		
		%	число разновидностей	%	число разновидностей	компактный колос	рыхлый колос	всего
‘Экспромт’/‘Алый парус’	3228 (96,19)*	43,06	12,3/11-15**	39,68	6,3/5-8	0,71	16,54	17,26
‘Экспромт’/‘Дельта’	2102 (88,17)	49,65	7,3/6-10	31,91	6,7/6-8	0,52	17,36	18,44
‘Альбатрос од.’/‘Алый парус’	1687 (77,46)	49,20	11,0/9-15	33,79	9,7/6-16	0,95	16,06	17,01
‘KS89WGRC06’/‘Дельта’	2595 (93,68)	42,70	11,3/8-16	39,11	8,3/6-13	0,85	17,34	18,19
Среднее	9612 (89,93)	45,20	10,5/6-16	37,20	7,8/5-16	0,75	16,85	17,60

* В скобках количество перезимовавших растений в %.

** В числителе – среднее по комбинациям, в знаменателе – интервал.

Среди морфотипов мягкой пшеницы преобладала разновидность эритроспермум (26,70%), к которой относились и все исходные сорта мягкой пшеницы. Второй по численности разновидностью была субэритроспермум – 7,14%, третьей – нигриаристатум – 5,02%. На остальные 13 разновидностей мягкой пшеницы пришлось всего 0,09–1,25% гибридных растений.

В группе твёрдой пшеницы у основных разновидностей леукурум и гордеиформе насчитывалось в среднем за 2000–2002 годы (F_2 – F_4) соответственно 13,48 и 12,83% растений. Третьей по численности разновидностью оказалась леукомелан (3,42%). Значительное количество растений относилось к разновидностям провинциале – 205 (2,13%), церулесценс – 247 (2,57%), и эритромелан – 192 (2,00%). Другие 11 разновидностей имели только от 0,01 до 0,38% растений.

Потомства промежуточного морфотипа формировали преимущественно рыхлый колос (16,85%), а плотный или компактный встречался у 0,75% растений.

Полученные нами соотношения групп разновидностей гибридных растений в F_2 и последующих поколениях вполне согласуются с закономерностями, установленными П.И. Буюкли [9] в условиях Молдавии и П.П. Наскидашвили [10] в Грузии. По данным многолетних исследований П.И. Буюкли [9], межвидовые гибриды отличались бурным формообразованием. Расщепление в F_2 происходило преимущественно на исходные виды [около 80%] и растения промежуточного типа. Соотношение видов мягкой, твёрдой пшеницы и форм промежуточного типа в F_2 составляло 40, 40 и 20%, или 2:2:1, с изменениями по годам, в зависимости от уровня перезимовки. При суровых условиях увеличивалась фракция растений типа мягкой пшеницы.

Аналогичные результаты получены и в экспериментах П.П. Наскидашвили [10]. При скрещивании мягкой пшеницы с твёрдой расщепление в F_2 было приблизительно 1:1, т.е. на одно растение мягкой пшеницы приходилось одно растение твёрдой. Исследуемое потомство условно делилось на 5 групп: 1 – тип мягкой пшеницы (20,75%), 2 – тип мягкой пшеницы с промежуточными признаками (18,80%), 3 – тип твёрдой пшеницы (16,72%), 4 – тип твёрдой пшеницы с промежуточными признаками (13,3%), 5 – промежуточный тип (18,20%). В F_2 были обнаружены растения типа *T. comractum* Host (5,6%), *T. spelta* L. (4,3%), *T. aestivum* convar. *rigidum* (2,40%).

Селекционеры использовали тургидную пшеницу как генетический источник повышенной продуктивности колоса. С участием *T. turgidum* получены яровой сорт твёрдой пшеницы ‘Харьковская 46’, а также ряд озимых сортов ‘Новинка’, ‘Терра’, ‘Донской янтарь’. Эти озимые сорта и были включены нами в программу скрещиваний. При гибридизации с озимой твёрдой пшеницей наиболее удачными по сохранности и фертильности растений оказались комбинации с ‘Новинкой 4’ и ‘Терра’ (табл. 4).

Таблица 4. Изменчивость морфологических признаков колоса в популяциях F₂ T. durum / T. turgidum

Гибридная комбинация	Год исследования	Пункт посева	Пере-зимовка, %	Кол-во сохранившихся растений	T. durum		Промежуточный тип, % *	T. turgidum		Промежуточный тип, %**
					%	число разновидностей		%	число разновидностей	
‘Харьковская 32’/ ‘Новинка 4’	1998	Харьков	63,4	206	53,40	5	14,08	29,61	4	2,91
		Мариуполь	86,9	172	44,19	6	9,88	37,79	5	8,14
‘Харьковская 32’/ ‘Новинка 4’	2002	Харьков	83,3	746	46,65	11	10,19	35,66	9	7,50
‘Новинка 4’/ ‘Харьковская 32’			72,2	623	49,28	7	11,24	31,14	4	8,34
‘Новинка 4’/ ‘Церулесценс 526’			75,8	468	47,22	9	12,61	35,68	8	4,49
‘Афина’/ ‘Терра’			2008	94,1	269	41,64	9	13,75	36,06	7
Среднее	-	-	79,3	414	47,06	7,8	11,96	34,32	6,2	6,66

* С преобладанием признаков T. durum

** T. turgidum

Анализ расщепления гибридов F₂ озимой твёрдой пшеницы 'Харьковская 32' и 'Новинка 4' в условиях 1998 и 2002 годов выявил такое соотношение гибридных растений: *T. durum* – 44,19–53,40%; *T. turgidum* – 29,61–37,79%, промежуточных с преобладанием признаков твёрдой пшеницы – 9,88–14,08%, тургидной – 2,91–8,34%.

Размах изменчивости по морфологическим признакам колоса зависел от объема гибридной популяции (172–746 растений), уровня перезимовки (63,4–86,9%), места произрастания. Так, в условиях Харькова (1998 г.) перезимовало 63,4% растений. Среди 206 сохранившихся потомств установлено 5 разновидностей твёрдой пшеницы и 4 – тургидной, у которых преобладали формы, соответствующие исходным родительским сортам: гордеиформе – 33,50%, люзитаникум – 20,39%. При испытании той же гибридной комбинации в Мариуполе выжило 172 растения (86,9%) которые включали больше разновидностей, чем в Харькове: твёрдой – 6, в т.ч. основной (гордеиформе) – 30,81%, тургидной – 5, преимущественно люзитаникум (18,60%) и драйшианум (13,99%).

В 2002 году реципрочные комбинации F₂ от скрещивания 'Харьковской 32' и 'Новинка 4' изучались только в Харькове. Уровень перезимовки оказался выше на 11,1% в комбинации, где в качестве материнского использовался местный сорт 'Харьковская 32' (83,3%). Из 746 растений к твёрдой пшенице отнесено 46,65%, тургидной – 35,66%, промежуточному типу – соответственно 10,19% с преобладанием признаков твёрдой и 7,50% – тургидной пшеницы. Среди растений типа твёрдой пшеницы выявлено 11 разновидностей, тургидной – 9. Однако в обратной комбинации, хотя отношение различных типов растений было близким, соответственно 49,28, 31,14, 11,24 и 8,34%, число разновидностей резко сократилось: твёрдой до 7, тургидной до 4. В комбинации 'Новинка 4'/'Харьковская 32' не обнаружено четыре разновидности твёрдой пшеницы – мурсиензе, валенсия, мелянопус и церулесценс. Также четыре разновидности не найдено у тургидной части популяции, из которых наиболее многочисленной была мегалополитанум (1,74%).

В комбинации от скрещивания сорта тургидной пшеницы 'Новинка 4' с твёрдой 'Церулесценс 526' (различие между родителями по трём доминантным признакам) зимой погибло 24,2% гибридных растений. Это оказало негативное влияние на изменчивость признаков колоса. Выявлено 9 разновидностей по твёрдой и 8 – тургидного типа. В комбинации 'Афина'/'Терра' перезимовало 94,13% растений. В этом случае родители различались по одному доминантному признаку – опушению колоса, но разновидностей твёрдой пшеницы установлено 9, тургидной – 7.

При расщеплении растений комбинации 'Новинка 4'/'Церулесценс 526' морфотипов твёрдого ряда насчитывалось 47,22%, промежуточного с преобладанием признаков твёрдой – 12,61%. Растений тургидной пшеницы было на треть меньше, соответственно 35, 68 и 4,49%, что вызвано её недостаточной зимостойкостью.

Зависимость соотношения морфотипов от зимостойкости родителей и выживаемости наглядно проявилась в комбинации 'Афина'/ 'Терра', где погибло всего 5,9% растений, а количество твёрдой, тургидной пшеницы и промежуточных форм было близким к теоретически ожидаемому: 41,64; 36,06 и 22,30%.

Изменчивость морфологических признаков колоса в популяциях F₂–F₄ от скрещиваний сортов и линий озимой твёрдой пшеницы исследовали в 1996, 2000–2002 и 2008 годах в лесостепи (Харьков, ИР) и острозасушливой степи (Мариуполь, Приморский ОСУ). Зимостойкость гибридных растений в 1996 году в условиях лесостепи составила в среднем по 7 комбинациям 65,28% с варьированием от 62,4 ('Харьковская 32'/ 'Белый парус') до 68,8% ('Харьковская 32'/ 'Алый парус'). В острозасушливой степи переизмовка растений по тем же гибридам оказалась ниже на 3,41%, что было вызвано, вероятнее всего, поздним (на 2 недели) посевом гибридов в Мариуполе. Незначительное различие популяций по количеству погибших зимой растений обусловило их большое сходство по разновидностному составу. Так, в лесостепи из 5736 исследуемых форм основная разновидность гордеиформе составляла 4444 (77,47%) растения, в острозасушливой степи – соответственно 4781 и 3711 (77,62%) растений. Второй по численности разновидностью в лесостепи была леукурум (788 растений, 13,74%), третьей – кандиканс (221 растение, 3,85%). В острозасушливой степи наблюдалось аналогичное соотношение разновидностей: леукурум – 551 растение (11,53%), кандиканс – 259 (5,42%). По оставшимся разновидностям насчитывалось всего 0,14 – 2,11% в лесостепи и 0,29 – 1,46% в острозасушливой степи.

Основное различие между популяциями F₂ озимой твёрдой пшеницы, выращенных в лесостепи и острозасушливой степи, состояло в большем разнообразии разновидностей в острозасушливой степи, где варьирование по комбинациям достигло 3–12 разновидностей, в то время как в лесостепи выявили только 3–9. Наибольшее разнообразие найдено в потомстве гибридов 'Кандиканс 1996'/ 'Харьковская 32' (различия между родителями по трём доминантным признакам) и 'Харьковская 32'/ 'Белый парус' (различия по 2–3 доминантным признакам). Среди популяций, выращенных в острозасушливой степи, большее количество разновидностей (12) констатировано в комбинации 'Кандиканс 1996'/ 'Харьковская 32'. В популяциях 'Харьковская 32'/ 'Белый парус' было 10, 'Харьковская 147'/ 'Айсберг одесский' – 9, 'Харьковская 32'/ 'Айсберг одесский' и 'Леукурум 1996/4'/ 'Харьковская 32' – по 8, что на 1–4 разновидности больше, чем у гибридов выращенных в лесостепи.

В популяции 'Харьковская 32'/ 'Айсберг одесский' в результате расщепления проявилось в лесостепи только 4 разновидности: гордеиформе (74,83%), леукурум (21,46), леукомелан (2,38%) и эритромелан (1,33%). В острозасушливой степи при значительной гибели растений (сохранилось их только 47,1%) в этой комбинации выявлено ещё 4 разновидности: валенсия (1 растение), мелянопус (3), италикум (1) и провинциале (1). Появление растений с черным колосом у 'Харьковской 32' отмечалось в засушливые годы и в

условиях лесостепи. Подобные факты установлены также у ярового сорта твёрдой пшеницы 'Харьковская 46' разновидности гордеиформе (11). Таким образом, на изменчивость морфологических признаков колоса гибридных популяций озимой твёрдой пшеницы значительное влияние оказывает сочетание нетипичных термических факторов в период перезимовки и вегетации.

Изучение шести гибридных популяций F_2 – F_4 в условиях острозасушливой степи (2000–2002 годы) выявило снижение разнообразия по морфологическим признакам колоса. В F_2 число разновидностей варьировало в интервале 3–14, а в F_4 их количество сократилось до 2–7. К основным разновидностям, соответствующим исходным родительским сортам (леукурум и гордеиформе), в F_2 относилось соответственно 10,65 – 56,23% растений. Процессы расщепления на фоне частичной гибели морфотипов в зимний период (5,63 – 7,54%) неуклонно вели к доминированию исходных разновидностей, лучше приспособленных к условиям произрастания. В F_4 на три основных разновидности леукурум, гордеиформе и церулесценс приходилось 87,19%. К остальным разновидностям, появившимся в результате сочетания мутационных процессов и рекомбинации признаков, относилось всего 12,81% гибридных растений (табл. 5).

Размах изменчивости гибридных популяций в значительной мере определялся объемом выборки. В многочисленной популяции проявлялось довольно большое разнообразие и при массовой гибели в зимний период. Так, в комбинации от скрещивания яровой твёрдой пшеницы 'Харьковская 23' с озимой твёрдой 'Афина' после перезимовки 30% растений сохранилось ещё 1100 потомков, среди которых выявлено 18 разновидностей.

У четырёх гибридных комбинаций F_2 от скрещиваний яровой твёрдой пшеницы с озимой число разновидностей варьировало от 6 ('Харьковская 27'/'Гордеиформе 78') до 18 ('Харьковская 23'/'Афина'). Родительские формы различались по одной паре признаков – окраске колоса. Яровая твёрдая пшеница 'Харьковская 23' относилась к разновидности гордеиформе, а 'Харьковская 27', 'Харьковская 41' и озимая 'Афина' к леукуруму. В этих комбинациях преобладали растения разновидностей леукурум (11,84 – 80,37%), гордеиформе (9,22 – 79,70%), леукомелан (0,66 – 2,73%) и эритромелан (0,50 – 2,27%). Остальные разновидности насчитывали 0,18 (церулесценс) – 1,97% (провинциале). Формообразовательный процесс зависел от объема выборки и зимостойкости гибридов. Меньше всего разновидностей обнаружено в популяции 'Харьковская 27'/'Гордеиформе 78', в которой сохранилось всего 152 растений, что составляет 30,84% от ушедших в зиму. Анализ морфотипов показал, что 75% растений этой популяции относилось к разновидности гордеиформе, 11,84% – леукуруму, 9,87% – эритромелану и 1,97% – провинциале. Таким образом, в расщепляющихся озимо-яровых гибридных популяциях твёрдой пшеницы, существенно пострадавших от действия зимних факторов, превалирует разновидность озимой родительской формы. Из 1623 уцелевших в зимний период гибридных растений комбинаций яровые/озимые 64,20% потомств были разновидности леукурум, 25,02% – гордеиформе (табл. 6).

РОСЛИННИЦТВО
PLANT GROWING

Таблица 5. Расщепление по морфологическим признакам колоса популяций озимой твёрдой пшеницы F₂–F₄ (среднее* за 2000-2002 гг., Приморский ОСУ)

Показатели, разновидности	Частота расщеплений, шт в %		
	F ₂	F ₃	F ₄
Перезимовка, %	92,46	94,59	94,37
Проанализировано растений, шт.	2159	2082	3436
Леукурум	230/10,65	233/11,19	466/13,56
Леукомелан	107/4,97	175/8,41	198/5,76
Рейхенбахи	25/1,16	4/0,19	-
Гордеиформе	1214/56,23	973/46,73	2031/59,11
Эритромелян	138/6,39	57/2,74	193/5,62
Мурциenze	1/0,05	-	-
Провинциале	16/0,74	32/1,54	47/1,37
Валенцие	33/1,53	8/0,38	-
Меянопус	51/2,36	2/0,10	-
Фастуозум	4/0,18	-	-
Африканум	11/0,51	-	-
Италикум	4/0,18	-	-
Апуликум	19/0,53	11/0,53	2/0,06
Церулесценс	301/13,94	587/28,19	499/14,52
Либикум	5/0,23	-	-
Число разновидностей	3-14	2-10	2-7

* Проанализировано 4 гибридные комбинации.

Такой состав обусловлен тем, что в наиболее обширной популяции ‘Харьковская 23’/‘Афина’ подавляющее число растений, уцелевших зимой, относилось к той же разновидности, что и озимый родительский сорт ‘Афина’ – леукурум. Амплитуда изменчивости при этом была сходной по численности и выходу новых разновидностей, соответственно 20 и 2. В отдельных популяциях гибридов озимые/яровые состав морфотипов оказался в 2008 году разнообразнее, чем озимые/озимые. Вероятно, это является следствием небольшой выборки последних (241–274 растения).

Из популяций от скрещивания форм с контрастным типом развития ценными по комплексу признаков признаны линии преимущественно разновидности леукурум (84,4%), отобранные из комбинации ‘Харьковская 23’/‘Афина’. В сортоиспытании 2012 и 2013 годов изучалось 46 линий этой комбинации. По морфологии колоса они относились к шести разновидностям. Также в число перспективных вошли линии, отобранные из комбинации от скрещивания озимых сортов ‘Афина’ и ‘Топаз’. Они характеризуются большим разнообразием по продолжительности вегетационного периода, отличаются повышенной зимостойкостью, высокой урожайностью, но их разновидностный состав сократился с 16 до 3 – леукурум, валенсия и гордеиформе.

РОСЛИННИЦТВО
PLANT GROWING

Таблица 6. Расщепление по морфологическим признакам колоса в гибридных популяциях F₂ от скрещиваний яровой и озимой твёрдой пшеницы (ИР, 2008 г)

Показатели, разновидности	Число растений в популяции, \bar{X} *			
	яровые*/озимые**		озимые/озимые	
	шт	%	шт	%
Перезимовало растений (всех разновидностей)	1623	28,06	762	92,14
Леукурум	1042	64,20	133	17,45
Леукомелан	50	3,08	14	1,84
Афине	3	0,18	2	0,26
Рейхенбахи	3	0,18	2	0,26
Гордеиформе	406	25,02	363	47,64
Эритромелан	48	2,96	22	2,89
Мурсиензе	3	0,19	6	0,79
Александринум	2	0,12	4	0,52
Провинциале	11	0,68	8	1,05
Обскурум	1	0,06	-	-
Валенсия	4	0,25	179	23,49
Мелянопус	11	0,68	9	1,18
Фастуозум	1	0,06	1	0,13
Африканум	1	0,06	1	0,13
Италикум	1	0,46	4	0,53
Апуликум	7	-	1	0,13
Нилотикум	-	-	1	0,13
Церулесценс	5	0,31	5	0,66
Кандиканс	8	0,49	2	0,26
Новые разновидности	16 (2)	0,99	5 (2)	0,66
Число разновидност.	20	-	20	-

* Среднее по 7 гибридным комбинациям.

Среди гибридных популяций, созданных методом межвидовой гибридизации, лучшей стала комбинация 'Василина'/'Карат'. Из неё выделено 74 комплексно-ценных линий, относящихся к 5 разновидностям, среди которых преобладала леукурум (90,5%).

Одной из сортообразующих популяций является гибридная комбинация, созданная скрещиванием яровой твёрдой пшеницы 'Харьковская 23' с озимой морозозимостойкой линией 'Леукурум 1963'. В конкурсном сортоиспытании (табл. 7) изучено 67 линий этой комбинации, преимущественно разновидностей леукурум (68,7%) и гордеиформе (27,5%).

Таблица 7. Характеристика линий и сортов озимой твёрдой пшеницы (ИР, пар, 2012 - 2013 гг.)

Гибридная комбинация	Всего линий	Разновидность		Зимостой- кость, балл		Дата колошения		Высота растений		Количество зерен в колосе, шт		Урожай зерна, т/га		Масса 1000 зерен, г		Содержание белка, %	
		основная	все- го	\bar{X}	интер- вал	\bar{X}	интер- вал	\bar{X}	интер- вал	\bar{X}	интер- вал	\bar{X}	интер- вал	\bar{X}	интер- вал	\bar{X}	интер- вал
F ₆ 'Харьковская 23' / 'Афина'	45	леукурум (84,44)	6	7,83	5-9	17/V	13- 23/V	86,04	75-105	44,5	36-58	3,95	2,4-5,5	36,42	33,4- 45,1	15,4	13,9- 18,7
F ₆ 'Афина'/'Топаз'	133	леукурум (86,47)	3	7,09	6-9	16/V	13- 22/V	75,62	63-115	42,3	32-51	3,68	1,9-5,6	36,31	27,1- 43,2	15,1	13,2- 18,1
F ₆ 'Афина'/'Гор- деиформе 50'	4	леукурум 50% гордеи- форме	2	6,50	3-8	18/V	17- 19/V	81,75	76-89	40,6	30-47	3,30	2,8-4,0	38,64	33,9- 44,0	14,3	13,0- 15,6
F ₁₁ 'Харьковская 23' / 'Леукурум 1963'	67	леукурум (68,66)	2	7,80	6-9	23/V	18- 27/V	92,70	81-107	49,5	38-61	4,44	3,1-6,8	45,40	32,4- 53,3	15,0	13,4- 16,1
F ₆ 'Василина' / 'Карат'	74	леукурум (90,54)	5	7,41	2-9	22/V	19- 25/V	89,38	74-103	42,0	34-55	3,10	1,6-5,2	36,33	33,1- 41,4	14,8	13,0- 16,3
'Харьковская 32'	9	гордеи- форме	1	7,33	4-8	20/V	17- 24/V	87,89	81-93	38,7	32-41	4,34	1,6-4,8	43,85	40,7- 45,3	15,6	13,9- 16,8
'Шулындинка'	21	гордеи- форме (95,24)	2	7,79	7-8	23/V	18- 26/V	91,14	84-94	47,3	41-58	5,40	4,1-6,8	47,37	43,9- 53,3	14,9	14,1- 15,3
'Бурштын'		гордеи- форме	1	7,25	7-8	14/V	-	102	-	31	24-41	4,25	2,6-4,3	41,14	-	15,4	-

Средне- и позднезрелые линии с вышесредней зимостойкостью и потенциальной урожайностью 9,5 – 10,5 т/га послужили основой в создании сортов озимой твёрдой пшеницы ‘Шульдинка’ и ‘Приазовская’, относящиеся к разновидности гордеиформе. ‘Шульдинка’ успешно прошла государственное испытание и зарегистрирована в реестре сортов растений Украины. Приазовская изучается на сортоучастках страны с 2013 года.

Таким образом, при проработке межвидовых (пшеница мягкая/твёрдая, пшеница мягкая/тургидная) и внутривидовых гибридов с различным типом развития, путём многолетних отборов на комплекс хозяйственно-ценных признаков, из выявленных 20 разновидностей твёрдой пшеницы наиболее конкурентоспособными оказались гордеиформе, леукурум и церулесценс, среди 8 разновидностей тургидной – люзитаникум и драйшианум, сортообразующими – гордеиформе (‘Тур’, ‘Макар’, ‘Шульдинка’, ‘Приазовская’) и леукурум (‘Афина’).

Список использованных источников

1. Методи визначення показників якості рослинної продукції.: Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / Під ред.. О.М. Гончара. – К.: Алефа, 2000. – Вип. 7 – С. – 41.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / Доспехов Б.А. – 5-е изд. доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Филипченко Ю.А. Генетика мягких пшениц. – М., 1979. – 309 с.
4. Шехурдин А.П. Избранные сочинения. М.: Издательство с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1961. – 327 с.
5. Шульдин А.Ф. Повышение морозо- и зимостойкости твёрдых пшениц // Доклады АН СССР. – 1954. – 198. – № 5. с. 861 – 864.
6. Цицин Н.В. Теория и практика отдаленной гибридизации. – М.: Наука, 1981. – 159 с.
7. Симинел В.Д. Степень гетерозиса и формообразовательный процесс у гибридных популяций пшениц, полученные от скрещивания яровых и озимых форм / Генетика и селекция озимой пшеницы в Молдавии. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1969. – С. 63 – 93.
8. Буюкли П.И. Селекция озимой твёрдой пшеницы в Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1976. – 162 с.
9. Буюкли П.И. Твёрдая озимая пшеница. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 223 с.
10. Наскидашвили П.П. Межвидовая гибридизация пшеницы. – М.: Колос, 1984. – 256 с.
11. Голик В.С., Голик О.В. Селекция *Triticum durum* Desf. / Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева. – Харьков: Магда ЛТД, 2008. – 519 с.

Викладено результати багаторічного вивчення в контрастних агро-кліматичних умовах популяцій озимої пшениці F_2 – F_{12} від міжвидових і внутрішньовидових схрещувань. Встановлено, що серед визначених 20 різновидів твердої пшениці найбільш конкурентноздатними виявились гордеїформе, леукурум, церулесценс, а з 8 різновидів тургидної – люзитанікум і драйшианум, сортоутворюючими – гордеїформе ('Тур', 'Макар'[®], 'Шулиндінка'[®], 'Приазовська') і леукурум ('Афіна'[®]).

Presented results of multi-year studies under diverse agro-climatic conditions of F_2 – F_{12} populations of winter wheat derived from inter- and intra-species crosses. It was evident that among 20 varieties of *T. durum* wheat the most competitive were vars. hordeiforme, leucurum, cerulescens, and among 8 varieties of *T. turgidum* wheat – vars. lusitanicum and draishianum, while among cultivar-producing were vars. hordeiforme ('Tur', 'Makar'[®], 'Shulyndinka'[®], 'Priazovskaya') and leucurum ('Afina'[®]).