

УДК 633.11.„324”:631.527.5:631.559

UDC 633.11.„324”:631.527.5:631.559

**НАСЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ
ГЛАВНОГО КОЛОСА У МЕЖСОРТОВЫХ
ГИБРИДОВ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ**

**INHERITANCE OF THE MAIN EAR
PRODUCTIVITY AMONG INTERVARIETY
WINTER SOFT WHEAT HYBRIDS**

Олейник Антон Алексеевич
аспирант

Oleynik Anton Alekseevich,
Post-graduate

*ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный
аграрный университет, Ставрополь, Россия*

*FSBEE HPE Stavropol State Agrarian University,
Stavropol, Russia*

В статье обсуждаются результаты исследования гетерозиса и коэффициента наследуемости у гибридов первого и второго поколений, полученных от скрещивания линейных и синтетических сортов озимой мягкой пшеницы

The heterosis and inheritance coefficient research results among the first and the second generation hybrids which have been got from the linear and synthetic varieties of winter soft crossing are discussed in this article

Ключевые слова: ГЕТЕРОЗИС ИСТИННЫЙ, ГЕТЕРОЗИС ГИПОТЕТИЧЕСКИЙ, КОЭФФИЦИЕНТ НАСЛЕДУЕМОСТИ, АНАЛИТИЧЕСКАЯ СЕЛЕКЦИЯ, СИНТЕТИЧЕСКАЯ СЕЛЕКЦИЯ, ГИБРИД F₁, ГИБРИД F₂, ПРОДУКТИВНОСТЬ ГЛАВНОГО КОЛОСА, ИСХОДНЫЙ МАТЕРИАЛ

Keywords: PURE HETEROSIS, HYPOTHETICAL HETEROSIS, INHERITANCE COEFFICIENT, ANALYTICAL SELECTION, SYNTHETICAL SELECTION, HYBRID F₁, HYBRID F₂, PRODUCTIVITY OF MAIN EAR, SOURCE MATERIAL

ВВЕДЕНИЕ

Производство зерна озимой мягкой пшеницы является основой с. – х. производства Ставропольского края. Стабильность валового сбора зерна этой культуры определяется оптимальным подбором сортов [1]. Традиционно сортимент озимой мягкой пшеницы в Ставропольском крае складывается из сортов краснодарской и зерноградской селекции, многие из которых сочетают высокий потенциал урожайности и качества зерна [2,3,4].

Многолетний опыт селекционной работы крупных селекционных центров свидетельствует, что повышение адаптивного потенциала культуры в значительной мере определяется совпадением параметров экониши производственного использования сорта и условий проведения селекции [5]. Еще П.П. Лукьяненко [6,7] отмечал важность выявления биологических признаков, которые лимитируют урожай сорта озимой пшеницы в экологических условиях зоны его возделывания. В результате воздействия автоматически сопряженных естественного и искусственного

отборов при репродуцировании гибридных популяций селекционных линий и сортов гибридного происхождения формируются ассоциации адаптивно ценных блоков аддитивных генов, определяющих адаптивность генотипа озимой пшеницы в эконише [8,9,10,11].

Основным методом селекции озимой мягкой пшеницы является внутривидовая гибридизация, которая обеспечивает ассоциацию в генотипе нового сорта доминантных и аддитивных генов, обеспечивающих сочетание биологически полезных признаков и хозяйственно ценных свойств, определяющих поступательное повышение потенциала продуктивности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды [12,13,14,15]. Однако, родительские формы проявляют разную комбинационную способность по селективным признакам. В связи с этим селекция является более эффективной, если основывается на информации об их наследовании, получаемой с помощью генетического анализа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Целью работы явилось, изучение особенностей наследования признаков продуктивности главного колоса, у парных межсортовых гибридов F_1 и F_2 озимой мягкой пшеницы.

Материалом исследований служили 11 гибридных комбинаций F_1 и F_2 , полученных от скрещивания новых сортов озимой мягкой пшеницы селекции СтГАУ: ФИБ (сложного гибридного происхождения) и выделенных из сорта Степная 7 линейных сортов: АММА, Линия 15, Линия 45, Линия 37 [16], а также сорта украинской селекции Скарбница (СГИ, Одесса).

Гибриды F_1 , F_2 и родительские сорта изучались в гибридном питомнике в 2008 – 2010 с. – х. гг. на опытной станции Ставропольского государственного аграрного университета, расположенной в зоне

неустойчивого увлажнения на черноземе выщелоченном. Погодные условия в годы проведения опытов были удовлетворительными для роста и развития растений и формирования урожайности озимой мягкой пшеницы. Гибриды высевали в блоке с родительскими сортами. Посев ручной по схеме 0,1 x 0.30 м. Длина ряда – 1 м. Посев гибридов F₁ проводили без повторений, количество рядов зависило от количества семян в каждой комбинации. Гибриды F₂ и родительские сорта высевали на 4 – х рядковых делянках в 3 – х кратной повторности. Растения убирали с корнями, вручную.

В селекции – практическое значение имеет определение суммарного эффекта соматического, репродуктивного и адаптивного гетерозиса и гомеостаза, который характеризуется проявлением истинного гетерозиса, и в определенной мере позволяет судить о селекционной ценности гибрида. В генетических исследованиях гетерозис рассматривают как превышение признака гибрида над средним значением признака его родительских форм [17]. При такой оценке в генетической литературе гетерозис характеризуется, как гетерозис гипотетический ($G_{гип.}$) и его определяют по формуле [18] :

$$G_{гип.} = \frac{(F_1 - P_{cp.})}{P_{cp.}} \times 100, \text{ где}$$

$G_{гип.}$ – коэффициент гипотетического гетерозиса;

F_1 – среднее значение признака гибрида первого поколения;

$P_{cp.}$ – среднее значение признака родительских форм.

В селекционно – генетических исследованиях принято определять гетерозис истинный, который позволяет судить о селекционной ценности гибрида. Гетерозис истинный характеризует более сильное проявление признака в F₁ по сравнению с лучшей родительской формой. Для его

оценки был использован метод расчета коэффициентов истинного гетерозиса по Д.С. Омарову [19]:

$$G_{ист.} = \frac{(F_1 - P_{лучш.})}{P_{лучш.}} \times 100, \text{ где}$$

$G_{ист.}$ – коэффициент истинного гетерозиса;

F_1 – среднее значение признака гибрида первого поколения;

$P_{лучш.}$ – среднее значение признака лучшей родительской формы.

У гибридов F_1 определяли коэффициенты истинного и гипотетического гетерозиса. Характер наследования признаков продуктивности главного колоса у гибридов F_2 устанавливали в соответствии с коэффициентом гипотетического гетерозиса и коэффициентом наследуемости в широком смысле H^2 по формуле, приведенной А.А. Жученко [20]:

$$H^2 = \frac{V_{F_2} - \sqrt{V_{P_1} \times V_{P_2}}}{V_{F_2}}, \text{ где}$$

V_{F_2} – фенотипическая дисперсия признака в F_2 ;

V_{P_1} и V_{P_2} – фенотипическая дисперсия признака у родителей (P_1 и P_2).

Статистическая оценка достоверности коэффициента гетерозиса осуществлялась разностным методом по Б.А. Доспехову [21].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Продуктивность главного колоса является одним из основных элементов продуктивности растения озимой мягкой пшеницы и оказывает заметное влияние на урожайность сорта. В связи с этим представляет интерес анализ наследования у межсортовых гибридов первого и второго поколений массы зерна с главного колоса и таких определяющих её

признаков, как количество колосков и зерен в нем.

В условиях вегетации 2008 – 2009 с. – х. годы родительские сорта характеризовались существенными различиями по количеству колосков в главном колосе. Наибольшей величина признака была у сортов ФИБ, АММА (21,0 шт.) и Скарбница (20,8 шт.), а сорта Линия 15 (20,3 шт.), Линия 45 (20,0 шт.) и Линия 37 (19,1 шт.) уступали им ($P > 0,05$). Анализ наследования у гибридов F_1 признака **количество колосков главного колоса** выявил различные типы наследования (табл. 1).

Таблица 1 – Гетерозис по количеству колосков в главном колосе у межсортовых гибридов F_1 озимой мягкой пшеницы, 2008 – 2009 с. – х. гг.

Комбинация скрещивания	Количество колосков, шт.			Г ист., %	t	Г гип., %	t
	$P_{\text{♀}}$	F_1	$P_{\text{♂}}$				
♀Линия 15 х ♂АММА	20,3 ±0,12	20,3 ±0,26	21,0 ± 0,25	-3,3	1,94	-1,7	1,09
♀Линия 15 х ♂Линия 37	20,3 ±0,12	19,7 ±0,27	19,1 ±0,21	-2,9	2,06	0,0	0,00
♀Линия 15 х ♂Линия 45	20,3 ±0,12	20,0 ±0,28	20,0 ±0,24	-1,5	1,00	-0,74	0,45
♀ФИБ х ♂Линия 15	21,0 ±0,11	21,7 ±0,18	20,3 ±0,12	3,3 ^{**}	3,33	5,1 ^{***}	5,00
♀ФИБ х ♂АММА	21,0 ±0,11	21,3 ±0,09	21,0 ±0,25	1,4	1,15	1,4	1,11
♀ФИБ х ♂Линия 37	21,0 ±0,11	20,8 ±0,23	19,1 ±0,21	-0,9	0,80	3,7 [*]	2,68
♀ФИБ х ♂Линия 45	21,0 ±0,11	19,8 ±0,18	20,0 ±0,24	-5,7 ^{***}	5,71	-3,4 [*]	2,50
♀Скарбница х ♂Линия 15	20,8 ±0,29	19,1 ±0,27	20,3 ±0,12	-8,2 ^{***}	4,25	-7,3 ^{***}	4,54
♀Скарбница х ♂АММА	20,8 ±0,29	20,6 ±0,26	21,0 ±0,25	-1,9	0,51	-1,4	0,79
♀Скарбница х ♂Линия 37	20,8 ±0,29	20,8 ±0,28	19,1±0,21	0,0	0,00	4,3 [*]	2,23
♀Скарбница х ♂Линия 45	20,8 ±0,29	20,2 ±0,25	20,0 ±0,24	-2,9	1,58	-1,00	0,56
				$t_{05} = 2,07$	$t_{01} = 2,82$	$t_{001} = 3,79$	

Депрессия отмечалась у комбинаций скрещивания ФИБ х Линия 37

($\Gamma_{\text{ист.}} = -5,7^{***}$, $\Gamma_{\text{гип.}} = -3,4^*$ %) и Скарбница x Линия 15 ($\Gamma_{\text{ист.}} = -8,2^{***}$, $-7,3^{***}$ %), у которых были существенны определенные значения коэффициентов, как истинного, так и гипотетического гетерозиса. Существенные положительные значения коэффициентов истинного ($3,3^{***}$ %) и гипотетического ($5,1^{***}$ %) гетерозиса у комбинации скрещивания ФИБ x Линия 15 и соотношение величины признака у родителей и гибрида F_1 соответствуют сверхдоминированию. Сверхдоминирование признака обусловлено взаимодействием аллельных и неаллельных генов. Внутриаллельные взаимодействия генов действуют только в гетерозиготном состоянии. Поэтому отбор по этим генам может оказаться нерезультативным в ранних гибридных поколениях. У остальных гибридных комбинаций, за исключением (Линия 15 x Линия 37), величина коэффициентов, как истинного, так и гипотетического гетерозиса была несущественной. Соотношение величины признака у родителей и этих гибридов F_1 предполагает полное доминирование признака. Доминирование лучшего родителя проявилось у комбинаций скрещивания: (ФИБ x АММА), (ФИБ x Линия 37), (Скарбница x Линия 37). Неполное доминирование установлено у гибридной комбинации (Линии 15 x Линия 37), у которой коэффициент гипотетического гетерозиса был равен нулю, а истинного гетерозиса ($-2,9\%$) несущественным.

Разносторонний характер наследования в F_1 признака количество колосков в главном колосе свидетельствует о различиях родительских сортов по комбинационной способности.

Погодные условия 2009 – 2010 с. – х. гг. были менее благоприятны для реализации продуктивности колосков главного колоса озимой мягкой пшеницы, что определялось пониженным по сравнению с предыдущим годом и среднемноголетней нормой температурным режимом и суммой атмосферных осадков в апреле. В этих условиях онтогенеза лидирующее

положение по количеству колосков в главном колосе сохранили сорта ФИБ и Скарбница, которые на существенную величину ($P>0,01$) превысили остальные сорта (табл. 2). Наименьшим значением признака характеризовался сорт Линия 15 ($P>0,01$). Сорта Линия 37, Линия 45 и АММА занимали промежуточное значение.

Из соображений практической селекции из гибридной популяции F_2 , отбирали для анализа растения с хорошо развитым главным колосом, для которых и были определены генетические параметры.

Таблица 2 – Наследование количества колосков в главном колосе у межсортовых гибридов F_2 озимой мягкой пшеницы, 2009 – 2010 с. – х. гг.

Комбинация скрещивания	Количество колосков, шт.			H^2	$\Gamma_{\text{гип.}}$ %	t
	$P_{\text{♀}}$	F_2	$P_{\text{♂}}$			
♀Линия 15 х ♂АММА	$17,9 \pm 0,09$ 19	$19,2 \pm 0,11$ 22	$18,7 \pm 0,10$ 21	0,21	4,9 ^{**}	6,36
♀Линия 15 х ♂Линия 37	$17,9 \pm 0,09$ 19	$19,0 \pm 0,10$ 22	$19,1 \pm 0,09$ 21	0,15	2,6 [*]	3,69
♀Линия 15 х ♂Линия 45	$17,9 \pm 0,09$ 19	$18,5 \pm 0,08$ 21	$19,0 \pm 0,08$ 21	0,01	0,7	1,00
♀ФИБ х ♂Линия 15	$19,5 \pm 0,07$ 21	$19,3 \pm 0,09$ 21	$17,9 \pm 0,09$ 19	0,24	3,4 ^{**}	5,33
♀ФИБ х ♂АММА	$19,5 \pm 0,07$ 21	$19,6 \pm 0,12$ 21	$18,7 \pm 0,10$ 21	0,48	2,9 [*]	3,93
♀ФИБ х ♂Линия 37	$19,5 \pm 0,07$ 21	$19,9 \pm 0,12$ 22	$19,1 \pm 0,09$ 21	0,55	3,3 [*]	4,38
♀ФИБ х ♂Линия 45	$19,5 \pm 0,07$ 21	$19,3 \pm 0,10$ 22	$19,0 \pm 0,08$ 21	0,45	0,1	0,16
♀Скарбница х ♂Линия 15	$19,6 \pm 0,07$ 21	$19,0 \pm 0,08$ 21	$17,9 \pm 0,09$ 19	0,09	1,1	1,75
♀Скарбница х ♂АММА	$19,6 \pm 0,07$ 21	$19,3 \pm 0,09$ 21	$18,7 \pm 0,10$ 21	0,10	0,7	1,67
♀Скарбница х ♂Линия 37	$19,6 \pm 0,07$ 21	$19,0 \pm 0,07$ 21	$19,1 \pm 0,09$ 21	0,04	-1,6 [*]	2,92
♀Скарбница х ♂Линия 45	$19,6 \pm 0,07$ 21	$18,9 \pm 0,08$ 21	$19,0 \pm 0,08$ 21	0,05	-1,9 [*]	3,29
$t_{05} = 2.79 \quad t_{01} = 4.60$						

Примечание : здесь и в таблицах 4,6 в числителях представлены $X_{\text{ср.}} \pm S \bar{x}$, а в знаменателях X_{max} .

В результате скрещивания сорта Линия 15 с сортами АММА и Линия 37, а также сорта ФИБ с сортами Линия 37 и Линия 45 в F_2 образовались трансгрессивные генотипы, что подтверждается, как соотношением средних значений признака у гибридов F_2 и родительских сортов, так и большим значением у гибридов F_2 максимального значения признака, детерминирующей правостороннюю асимметрию. Эти гибридные комбинации характеризовались существенными значениями коэффициента истинного гетерозиса.

Средние значения коэффициента наследуемости в широком смысле H^2 у комбинаций скрещивания Линия 15 x АММА (0,21), Линия 15 x Линия 37 (0,15), ФИБ x Линия 15 (0,24) и высокие – у гибридных комбинаций ФИБ x Линия 37 (0,55) и ФИБ x Линия 45 (0,45) позволяют предположить формирование положительных трансгрессий и в последующих гибридных поколениях и, начиная с F_3 , успешный отбор генотипов с повышенным количеством колосков в главном колосе. У этих гибридных комбинаций, за исключением ФИБ x Линия 15 в F_1 проявились эффекты полного лучшего родителя или неполного доминирования. У комбинации скрещивания ФИБ x Линия 15 отмечалась положительное сверхдоминирование.

В F_2 ФИБ x Линия 37 ($G_{гип.} = 3,3^*%$) и ФИБ x АММА ($G_{гип.} = 2,9%$) сохранилось доминирование признака лучшего родителя, отмеченное у гибридов F_1 , при этом эти комбинации скрещивания характеризовались высоким значением коэффициента наследуемости, соответственно 0,55 и 0,48. Это предполагает у них возможность отбора, начиная с F_3 , генотипов с повышенным количеством колосков в главном колосе. Высокий коэффициент наследуемости (0,45) был отмечен у гибридной комбинации ФИБ x Линия 45, у которой в F_1 проявилась депрессия (отрицательное сверхдоминирование).

Остальные гибридные комбинации F_2 характеризовались низким

коэффициентом наследуемости, несущественными эффектами гипотетического гетерозиса, за исключением гибридных комбинаций Скарбница x Линия 37 и Скарбница x Линия 45, у которых он был отрицательным и существенным при $P = 0,05$. У этих гибридов F_2 изменчивость признака не выходила за пределы изменчивости родительских сортов. Вместе с тем максимальное значение признака на уровне лучшей родительской формы позволяет предположить возможность в последующих гибридных поколениях отбора генотипов с повышенным количеством колосков, но на уровне лучшего родителя.

Таким образом, выявленные у гибридов F_1 эффекты гетерозиса, в основном, оказали влияние на характер формообразования в F_2 по признаку количество колосков в главном колосе, но в отдельных случаях проявилось влияние генотип x средового взаимодействия, которое нарушило прогноз наследования признаков, сформированный на основе анализа параметров гетерозиса в F_1 .

По признаку количество зерен в главном колосе дифференциация родительских сортов в 2008 – 2009 с. – х. гг. была выражена сильнее, чем по признаку количество колосков в главном колосе. Наибольшим его значение было у сорта Линия 15, который на существенную величину превысил все сорта ($P > 0,05, 0,01$). В главном колосе у сорта ФИБ насчитывалось больше зерен, чем у сортов Скарбница и Линия 37 ($P > 0,05$), но различия были несущественными ($P < 0,05$) по сравнению с сортом АММА. Сорт АММА превосходил сорт Скарбница, Линия 37, Линия 45, которые характеризовались близкими значениями признака (табл. 3).

Признак количество зерен в главном колосе у межсортных гибридов F_1 в условиях этого года определялся различными типами наследования. Депрессия проявилась у гибридных комбинаций Линия 15 x АММА ($\Gamma_{ист.} = -23,0^{***}$, $\Gamma_{гип.} = -22,1^{***}$), Линия 15 x Линия 37 ($\Gamma_{ист.} = -13,8^{***}$,

$\Gamma_{\text{гип.}} = -8,7^{**}$), Линия 15 x Линия 45 ($\Gamma_{\text{ист.}} = 6,94^{***}$, $\Gamma_{\text{гип.}} = -12,7$), вероятно это связано с близкородственным происхождением родительских сортов. Положительным сверхдоминированием отличались комбинации скрещивания ФИБ x Линия 15 ($\Gamma_{\text{ист.}} = 2,2$, $\Gamma_{\text{гип.}} = 5,0^*$), Скарбница x АММА, Скарбница x Линия 37, у которых были достоверны ($P = 0,05 - 0,001$) коэффициенты, как истинного, так и гипотетического гетерозиса.

Таблица 3 – Гетерозис по количеству зерен в главном колосе у межсортовых гибридов F_1 озимой мягкой пшеницы 2008 – 2009 с. – х. гг.

Комбинация скрещивания	Количество зерен, шт.			$\Gamma_{\text{ист.}}$, %	t	$\Gamma_{\text{гип.}}$, %	t
	$P_{\text{♀}}$	F_1	$P_{\text{♂}}$				
♀Линия 15 x ♂АММА	64,3 ±1,14	49,5 ±1,12	62,8 ±0,98	-23,0 ^{***}	9,25	-22,1 ^{***}	9,12
♀Линия 15 x ♂Линия 37	64,3 ±1,14	55,4 ±1,15	57,1 ±0,96	-13,8 ^{***}	5,56	-8,7 ^{**}	3,42
♀Линия 15 x ♂Линия 45	64,3 ±1,14	53,4 ±1,08	58,0 ±1,06	-16,9 ^{***}	6,94	-12,7 ^{***}	5,03
♀ФИБ x ♂Линия 15	60,8 ±1,08	65,7 ±1,05	64,3 ±1,14	2,2	0,89	5,0 [*]	2,07
♀ФИБ x ♂АММА	60,8 ±1,08	64,6 ±1,20	62,8 ±0,98	2,9	1,16	4,5	1,77
♀ФИБ x ♂Линия 37	60,8 ±1,08	58,0 ±1,12	57,1 ±0,96	-4,6	1,79	-1,6	0,63
♀ФИБ x ♂Линия 45	60,8 ±1,08	61,9 ±1,16	58,0 ±1,06	1,8	0,70	4,2	1,58
♀Скарбница x ♂Линия 15	57,0 ±1,02	62,0 ±1,18	64,3 ±1,14	-3,6	1,40	2,2	0,84
♀Скарбница x ♂АММА	57,0 ±1,02	66,0 ±1,06	62,8 ±0,98	5,1 [*]	2,22	10,2 ^{***}	4,18
♀Скарбница x ♂Линия 37	57,0 ±1,02	60,7 ±1,03	57,1 ±0,96	6,3 [*]	2,55	6,4 [*]	2,55
♀Скарбница x ♂Линия 45	57,0 ±1,02	57,7 ±1,21	58,0 ±1,06	-0,5	0,19	0,4	0,12
				$t_{05} = 2,07$	$t_{01} = 2,82$	$t_{001} = 3,79$	

Положительным доминированием характеризовались гибридные комбинации ФИБ x АММА, ФИБ x Линия 45, Скарбница x Линия 45, у которых коэффициенты истинного и гипотетического гетерозиса были

положительными, но несущественными ($P < 0,05$). Тип наследования признака количество зерен в главном колосе у этих гибридных комбинаций позволяет предположить возможность успешного отбора генотипов с высокой озерненностью колоса в поздних гибридных поколениях.

В комбинациях скрещивания Скарбница х Линия 15 и ФИБ х Линия 37 данный признак наследовался по типу неполного доминирования, что подтверждается несущественными ($P < 0,05$) эффектами гетерозиса и превышением величины коэффициента гипотетического гетерозиса над истинным. Этот тип наследования предопределяет возможность успешного отбора генотипов с повышенной озерненностью главного колоса в ранних гибридных поколениях, начиная с F_2 .

В менее благоприятных по сравнению с предыдущим годом условиям вегетации озимой мягкой пшеницы в 2009 – 2010 с. – х. гг. большинство родительских сортов сформировали более низкую озерненность главного колоса, но у сорта Линия 45 она осталась на прежнем уровне, а у сорта Скарбница возросла. В результате рейтинг родительских сортов по величине показателя по сравнению с предыдущим годом изменился (табл. 4). Наибольшее количество зерен в главном колосе насчитывалось у сорта Скарбница, у которого величина показателя превысила все сорта ($P > 0,01$), за исключением сортов Линия 45 и АММА. Сорт Линия 45 превзошел сорта ФИБ, Линия 37, Линия 15 ($P > 0,05$). Наименьшую озерненность главного колоса сформировал лидировавший в 2008 – 2009 с. – х. гг. сорт Линия 15 ($P > 0,01$). Проявившиеся генотип х средовые взаимодействия оказали определенное влияние на наследование и формообразовательный процесс у гибридов F_2 .

Существенный положительный эффект гипотетического гетерозиса отмечался у шести гибридных комбинаций их одиннадцати, у пяти из них

он был несущественным и только у комбинации скрещивания Скарбница х Линия 45 – отрицательным.

Таблица 4 – Наследование количества зерен в главном колосе у межсортовых гибридов F₂ озимой мягкой пшеницы, 2009 – 2010 с. – х. гг.

Комбинация скрещивания	Количество зерен, шт.			H ²	Г _{гип.} , %	t
	P _♀	F ₂	P _♂			
♀Линия 15 х ♂АММА	<u>49,8 ±0,54</u> 64	<u>58,0 ±0,79</u> 69	<u>57,6 ±0,67</u> 67	0,42	8,0 [*]	4,33
♀Линия 15 х ♂Линия 37	<u>49,8 ±0,54</u> 64	<u>54,3 ±0,55</u> 65	<u>56,4 ±0,50</u> 70	0,11	2,3	1,20
♀Линия 15 х ♂Линия 45	<u>49,8 ±0,54</u> 64	<u>58,2 ±0,74</u> 67	<u>58,6 ±0,75</u> 72	0,25	7,4 [*]	4,03
♀ФИБ х ♂Линия 15	<u>55,2 ±0,65</u> 70	<u>54,6 ±0,67</u> 67	<u>49,8 ±0,54</u> 64	0,22	3,9	2,06
♀ФИБ х ♂АММА	<u>55,2 ±0,65</u> 70	<u>58,5 ±1,01</u> 78	<u>57,6 ±0,67</u> 67	0,57	3,7	1,70
♀ФИБ х ♂Линия 37	<u>55,2 ±0,65</u> 70	<u>59,9 ±0,71</u> 73	<u>56,4 ±0,50</u> 70	0,34	7,5 [*]	4,57
♀ФИБ х ♂Линия 45	<u>55,2 ±0,65</u> 70	<u>59,1 ±0,89</u> 78	<u>58,6 ±0,75</u> 72	0,38	3,9	1,97
♀Скарбница х ♂Линия 15	<u>59,9 ±0,55</u> 74	<u>61,3 ±0,86</u> 78	<u>49,8 ±0,54</u> 64	0,59	11,6 ^{**}	6,26
♀Скарбница х ♂АММА	<u>59,9 ±0,55</u> 74	<u>65,5 ±0,93</u> 87	<u>57,6 ±0,67</u> 67	0,58	11,5 ^{**}	6,08
♀Скарбница х ♂Линия 37	<u>59,9 ±0,55</u> 74	<u>61,9 ±0,90</u> 81	<u>56,4 ±0,50</u> 70	0,66	6,5 [*]	3,62
♀Скарбница х ♂Линия 45	<u>59,9 ±0,55</u> 74	<u>57,3 ±1,51</u> 84	<u>58,6 ±0,75</u> 72	0,84	-3,3	1,22
t ₀₅ = 2.79 t ₀₁ = 4.60						

Из анализа соотношения средних и максимальных значений признака у гибридов F₂ и родительских сортов следует, что у гибридов F₂ проявилась положительная трансгрессивная изменчивость в сочетании с высокой генотипической вариабельностью, это нашло подтверждение в высоких значениях коэффициента наследуемости H². Наибольшими значениями коэффициента наследуемости H² характеризовались гибридные комбинации с участием в качестве материнской формы сорта

Скарбница (0,58 – 0,84), что положительно характеризует его комбинационную способность. По комбинационной способности выделился и сорт АММА, определивший высокий коэффициент наследуемости (0,42 – 0,58) во всех комбинациях скрещивания с его участием в качестве отцовской формы.

Следует отметить, что несмотря на влияние генотип x средового взаимодействия в разных условиях вегетации в годы выращивания гибридов F_1 и F_2 прогноз наследования признака количество зерен в главном колосе по параметрам гетерозиса в F_1 для большинства комбинаций скрещивания подтвердился. Вместе с тем обращает на себя внимание тот факт, что депрессия, проявившаяся в F_1 у гибридных комбинаций, полученных с участием линейных сортов: Линия 15 x АММА, Линия 15 x Линия 37, Линия 15 x Линия 45, не исключила возможность отбора, в менее благоприятных условиях вегетации, среди гибридов F_2 генотипов, с озерненностью главного колоса превышающей среднее значение родительских сортов. Таким образом, следует с осторожностью относиться к браковке в F_1 гибридных комбинаций, проявивших отрицательный истинный и гипотетический гетерозис.

Масса зерна с главного колоса является интегральным признаком, характеризующим его продуктивность. Дифференциация родительских сортов по признаку масса зерна с главного колоса в 2008 – 2009 с. – х. гг. была выражена очень слабо. Все сорта селекции СтГАУ характеризовались высокими и близкими значениями массы зерна с главного колоса (2,78 – 2,85) и превосходили сорт украинской селекции Скарбница (2,00 г), различия были существенными при $P > 0,05$ (табл. 5).

Преобладающим типом наследования признака масса зерна с главного колоса было сверхдоминирование, что подтверждается положительными существенными коэффициентами истинного и гипотетического гетерозиса у пяти гибридных комбинаций:

ФИБ х Линия 15, ФИБ х АММА, ФИБ х Линия 45, Скарбница х Линия 15, Скарбница х Линия 37.

Таблица 5 – Гетерозис по массе зерна с главного колоса у межсортовых гибридов F₁ озимой мягкой пшеницы, 2008 – 2009 с. – х. гг.

Комбинация скрещивания	Масса зерна, г			Г _{ист.} , %	t	Г _{гип.} , %	t
	P _♀	F ₁	P _♂				
♀Линия 15 х ♂АММА	2,9 ±0,06	2,8 ±0,05	2,8 ±0,06	-3,5	1,26	-3,2	1,12
♀Линия 15 х ♂Линия 37	2,9 ±0,06	2,5 ±0,05	2,4 ±0,06	-13,3***	4,87	-5,0	1,67
♀Линия 15 х ♂Линия 45	2,9 ±0,06	2,2 ±0,03	2,8 ±0,05	-21,7***	8,98	-21,5***	9,68
♀ФИБ х ♂Линия 15	2,8 ±0,07	3,4 ±0,05	2,9 ±0,06	17,9***	6,71	19,2***	6,75
♀ФИБ х ♂АММА	2,8 ±0,07	3,2 ±0,05	2,8 ±0,06	13,4***	4,75	10,9***	3,80
♀ФИБ х ♂Линия 37	2,8 ±0,07	2,7 ±0,04	2,4 ±0,06	-1,4	0,51	7,0*	2,40
♀ФИБ х ♂Линия 45	2,8 ±0,07	3,2 ±0,04	2,8 ±0,05	14,1***	6,25	15,4***	5,81
♀Скарбница х ♂Линия 15	2,0 ±0,05	3,0 ±0,04	2,9 ±0,06	4,6	1,76	23,1***	8,00
♀Скарбница х ♂АММА	2,0 ±0,05	2,6 ±0,05	2,8 ±0,06	-7,4*	2,66	8,3*	2,70
♀Скарбница х ♂Линия 37	2,0 ±0,05	2,6 ±0,04	2,4 ±0,06	10,2***	3,43	18,8***	6,12
♀Скарбница х ♂Линия 45	2,0 ±0,05	2,5 ±0,05	2,8 ±0,05	-12,7***	5,00	2,1	0,68
				t ₀₅ = 2,07	t ₀₁ = 2,82	t ₀₀₁ = 3,79	

У этих гибридных комбинаций возможен отбор генотипов с повышенной продуктивностью главного колоса в поздних гибридных поколениях.

Три гибридные комбинации проявили полное доминирование: положительное (Линия 15 х АММА, ФИБ х Линия 37) и отрицательное (Линия 15 х Линия 37). У комбинаций скрещивания Скарбница х АММА и Скарбница х Линия 45 отмечалось неполное доминирование, что

предполагает успешный отбор генотипов с повышенной массой зерна с главного колоса начиная с F_2 . Существенные отрицательные значения коэффициентов истинного и гипотетического гетерозиса у гибридной комбинации Линия 15 х Линия 45 определяли отрицательное сверхдоминирование (депрессия) при наследовании массы зерна с главного колоса. Возможно депрессия проявившаяся в F_1 этой гибридной комбинации обусловлена близостью генотипов родительских сортов, выделенных из одного сорта.

Родительские сорта в менее благоприятном 2009 – 2010 с. – х. году сформировали меньшую продуктивность главного колоса, чем в предыдущие годы. Исключение составили сорта Линия 37 и Скарбница, у которых она увеличилась. Большой потенциал продуктивности главного колоса позволил сортам ФИБ и Линия 45 сохранить лидирующее положение, величина признака у сорта Линия 37 была на уровне этих сортов (табл. 6). Наименьшей массой зерна с главного колоса характеризовался сорт Линия 15, различия по сравнению с другими сортами существенны при $P > 0,01$. Сорт Скарбница уступил сорту АММА, $P > 0,01$. Гибридные растения выделенные в F_2 по крупности колоса у всех комбинаций скрещивания превосходили среднее значение родительских форм. Комбинации скрещивания в F_2 , за исключением гибридных комбинаций Линия 15 х Линия 37 ($G_{гип.} = 4,9\%$), ФИБ х Линия 15 ($G_{гип.} = 4,4\%$), ФИБ х Линия 45 ($G_{гип.} = 3,6\%$), характеризовались существенными коэффициентами гипотетического гетерозиса.

Гибридные комбинации, проявившие в F_2 несущественные эффекты гипотетического гетерозиса, в F_1 отмечались разными типами наследования: (Линия 15 х Линия 37) – отрицательное доминирование; (Линия 15 х Линия 45) – депрессия; (ФИБ х Линия 15) – положительное

сверхдоминирование. Эти гибридные коэффициенты в F₂ имели очень низкий коэффициент наследуемости (H² = 0,02 – 0,06).

Таблица 6 – Наследование массы зерна с главного колоса у межсортовых гибридов F₂ озимой мягкой пшеницы, 2009 – 2010 с. – х. гг.

Комбинация скрещивания	Масса зерна, г.			H ²	Г _{гип.} , %	t
	P _♀	F ₂	P _♂			
♀ Линия 15 х ♂ АММА	<u>2,1 ± 0,04</u> 2,6	<u>2,6 ± 0,06</u> 3,1	<u>2,4 ± 0,04</u> 3,1	0,56	17,5 ^{**}	5,57
♀ Линия 15 х ♂ Линия 37	<u>2,1 ± 0,04</u> 2,6	<u>2,4 ± 0,04</u> 2,9	<u>2,5 ± 0,03</u> 3,3	0,04	4,9	2,00
♀ Линия 15 х ♂ Линия 45	<u>2,1 ± 0,04</u> 2,6	<u>2,4 ± 0,04</u> 3,1	<u>2,5 ± 0,03</u> 3,3	0,06	7,0 [*]	3,20
♀ ФИБ х ♂ Линия 15	<u>2,5 ± 0,05</u> 3,5	<u>2,4 ± 0,04</u> 2,9	<u>2,05 ± 0,04</u> 2,6	0,02	4,4	1,67
♀ ФИБ х ♂ АММА	<u>2,5 ± 0,05</u> 3,5	<u>2,8 ± 0,07</u> 3,7	<u>2,4 ± 0,04</u> 3,1	0,61	13,0 [*]	3,68
♀ ФИБ х ♂ Линия 37	<u>2,5 ± 0,05</u> 3,5	<u>2,8 ± 0,05</u> 3,7	<u>2,5 ± 0,03</u> 3,3	0,60	12,0 [*]	3,45
♀ ФИБ х ♂ Линия 45	<u>2,5 ± 0,05</u> 3,5	<u>2,6 ± 0,07</u> 3,9	<u>2,5 ± 0,03</u> 3,3	0,72	3,6	1,14
♀ Скарбница х ♂ Линия 15	<u>2,2 ± 0,03</u> 2,9	<u>2,5 ± 0,04</u> 3,3	<u>2,1 ± 0,04</u> 2,6	0,43	18,3 [*]	2,86
♀ Скарбница х ♂ АММА	<u>2,2 ± 0,03</u> 2,9	<u>2,8 ± 0,05</u> 3,9	<u>2,4 ± 0,04</u> 3,1	0,78	21,2 ^{**}	7,78
♀ Скарбница х ♂ Линия 37	<u>2,2 ± 0,03</u> 2,9	<u>2,7 ± 0,03</u> 3,4	<u>2,5 ± 0,03</u> 3,3	0,50	14,2 ^{**}	7,33
♀ Скарбница х ♂ Линия 45	<u>2,2 ± 0,03</u> 2,9	<u>2,6 ± 0,07</u> 3,9	<u>2,5 ± 0,03</u> 3,3	0,78	8,1 [*]	2,53
t ₀₅ = 2.79 t ₀₁ = 4.60						

Изменчивость признака масса зерна с главного колоса у них не выходила за пределы изменчивости родительских сортов, что подтвердило прогноз о неэффективности отбора генотипов с повышенной продуктивностью колоса в ранних гибридных поколениях. Остальные гибридные комбинации характеризовались в F₂ высокой наследуемостью признака масса зерна с главного колоса. Величина коэффициента наследуемости H² изменялась в пределах 0,43 – 0,78. Наибольшие значения

H^2 (0,78) были получены у комбинаций скрещивания Скарбница x АММА и Скарбница x Линия 45, у которых в F_1 проявилось промежуточное наследование, обусловленное аддитивными эффектами генов. Таким образом, прогноз о возможности эффективного отбора в F_2 генотипов с повышенной продуктивностью главного колоса подтвердился.

Из сравнения средних и максимальных значений признака (выраженная правосторонняя асимметрия) масса зерна главного колоса у родительских сортов и гибридов F_2 , эффектов гипотетического гетерозиса величины H^2 сорта Скарбница, ФИБ и АММА отличались высокой комбинационной способностью. Эти сорта могут использоваться в качестве родительских компонентов в синтетической селекции озимой мягкой пшеницы на продуктивность.

ВЫВОДЫ

При изучении признаков продуктивности главного колоса гибридов F_1 озимой мягкой пшеницы типы наследования варьировали от депрессии до положительного сверхдоминирования.

По признаку **количество колосков в главном колосе** в F_1 преобладало неполное доминирование (промежуточное наследование). Доминирование признака лучшего родителя (ФИБ и Скарбница) отмечено у гибридных комбинаций ФИБ x Линия 37 и Скарбница x Линия 37. Гибридная комбинация ФИБ x Линия 15 характеризовалась существенными коэффициентами истинного и гипотетического гетерозиса, что определялось эффектом сверхдоминирования.

По признаку **количество зерен в главном колосе** в F_1 преобладали положительное доминирование и сверхдоминирование. Существенные коэффициенты истинного и гипотетического гетерозиса отмечены у гибридных комбинаций Скарбница x АММА и Скарбница x Линия 37. Комбинации, полученные от скрещивания линейных сортов: Линия 15,

АММА, Линия 45, выделенных из сорта Степная 7, характеризовались существенными отрицательными эффектами гетерозиса (депрессия).

По признаку масса зерна с главного колоса в F_1 преобладали существенные эффекты гетерозиса, детерминированные сверхдоминированием. Этот тип наследования отмечен у гибридных комбинаций, полученных с участием материнских сортов ФИБ, Скарбница и линейных сортов: Линия 15, АММА, Линия 37, Линия 45. У комбинаций скрещивания с участием линейного сорта Линия 15 с линейными сортами Линия 45, Линия 37 проявились существенные отрицательные эффекты гетерозиса.

Признаки продуктивности главного колоса у гибридов F_2 характеризовались значительными различиями по величине коэффициента наследуемости в широком смысле, что позволяет предположить разные возможности индивидуального отбора в расщепляющихся поколениях трансгрессивных генотипов. Наибольшей консервативностью отличался признак количество колосков в главном колосе: величина H^2 у 8 комбинаций скрещивания варьировала от 0,01 до 0,24, т.е. была низкой или средней. Высокий коэффициент наследуемости H^2 отмечался у гибридных комбинаций, полученных с участием материнского сорта ФИБ и отцовских сортов АММА, Линия 37, Линия 45, которые характеризовались существенными эффектами гипотетического гетерозиса. У этих гибридных комбинаций можно прогнозировать отбор, начиная с F_3 , генотипов с повышенным количеством колосков в главном колосе.

По признаку количество зерен в главном колосе 8 комбинаций скрещивания в F_2 характеризовались высоким значением коэффициента наследуемости H^2 (0,34 – 0,84), у остальных гибридных комбинаций он был средний (0,11 – 0,25). У гибридных комбинаций с участием сортов ФИБ и Скарбница в F_2 высокое значение H^2 сочеталось с выраженной

правосторонней асимметрией. Наиболее высокой наследуемостью в F_2 отличался признак масса зерна с главного колоса. Величина H^2 у большинства гибридных комбинаций варьировал в пределах 0,43 – 0,78. Это позволяет прогнозировать у этих гибридных комбинаций отбор трансгрессивных генотипов с высокопродуктивным главным колосом уже в F_3 .

Сорта Скарбница, ФИБ и АММА, отличающиеся высокой комбинационной способностью, могут использоваться в качестве родительских компонентов в синтетической селекции озимой мягкой пшеницы на продуктивность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Озимая пшеница в Ставропольском крае / Ф.И. Бобрышев, А.И. Войсковой, В.В. Дубина и др. Ставрополь: АГРУС, 2003. 307 с.
2. Калинин И.Г., Прищепов С.Н., Зима П.Г. селекция мягкой озимой пшеницы в селекцентре НПО «Дон» // Селекция, семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы: Сборник научных трудов. М.: ВО Агропромиздат, 1989. с. 19-28.
3. Селекция полукарликовых сортов озимой пшеницы на урожай и качество зерна / Ю.М. Пучков, Л.А. Беспалова, Н.П. Фоменко и др. // Селекция, семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы: Сборник научных трудов. М.: ВО Агропромиздат, 1989. с. 41-48.
4. Войсковой А.И., Балацкий М.Ю., Галкин А.П. Динамика изменения качества зерна пшеницы возделываемой в Ставропольском крае // Агробиологический вестник. 2011. № 4 с. 6-7.
5. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: ООО Издательство Агрорус. 2004. 1105 с.
6. Лукьяненко П.П. Методы и результаты селекции озимой пшеницы: Избранные труды. М.: Колос. 1973. с. 254-287.
7. Лукьяненко П.П. Повышение продуктивности пшеницы: Избранные труды. М.: Колос. 1973. С. 325-329.
8. Кривенко А.А. Биология цветения и адаптивная изменчивость пшеницы и тритикале. Дисс.... канд. биол. наук. Одесса, 1985.
9. Балацкий М.Ю., Кривенко А.А., Войсковой А.И. Агробиологические особенности новых сортов озимой твердой пшеницы, полученных путем сплошных скрещиваний с участием химических мутантов на черноземе обыкновенном Ставропольского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2010, № 62 (08). С. 1-13. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/08/pdf/02.pdf>
10. Гетерогенность сортов при длительном репродукции и ее использование в селекции озимой пшеницы / М.В. Зосименко, А.И. Войсковой, А.А. Кривенко и

- др. // Вестник Бурятской государственной с.-х. академии им. В.Р. Филиппова. 2010. № 2. с. 52-58.
11. Засухоустойчивость и солевыносливость селекционных линий озимой мягкой и твердой пшеницы при прорастании семян / М.Ю. Балацкий, А.И. Войсковой, А.А. Кривенко и др. // Вестник Бурятской государственной с.-х. академии им. В.Р. Филиппова. 2010. № 4. С. 55-60.
 12. Селекция морозостойких полукарликовых сортов озимой мягкой пшеницы / Л.А. Беспалова, В.Р. Киримов, О.Ю. Пузырная и др. // Научное наследие академия И.Г. Калининко: Сборник докладов на научно-практической конференции. зерноград. 2001. с.62-68.
 13. Ковтун В.И., Скрипка О.В. Селекция озимой пшеницы на продуктивность и качество // Научное наследие академия И.Г. Калининко: Сборник докладов на научно-практической конференции. зерноград. 2001. с.19-28.
 14. Тимофеев В.Б., Дудка Л.Ф., Ковтуненко В.Я. Отдаленная и внутривидовая гибридизация в селекции озимой мягкой пшеницы // Научное наследие академия И.Г. Калининко: Сборник докладов на научно-практической конференции. зерноград. 2001. с.212-222.
 15. Высокопродуктивный сорт озимой мягкой пшеницы Краснодарская 99 / Ю.М. Пучков, Г.Д.Набоков, И.Н.Кудряшов и др. // Эволюция научных технологий в растениеводстве: Сборник научных трудов; Краснодарский НИИСХ им. П.П. Лукьяненко, т. 1 Пшеница. Краснодар, 2004. с. 39-47.
 16. Зосименко М.В., Кривенко А.А., Войсковой А.И. Устойчивость новых линейных сортов озимой мягкой пшеницы к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды на черноземе обыкновенном Ставропольского края // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2010, № 62 (08). С. 1-11. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/08/pdf/12.pdf>
 17. Брюбейкер Дж. Л. Сельскохозяйственная генетика. М.: Колос, 1966. – 224 с.
 18. Ригер Р., Михаэлис А. Генетический и цитологический словарь. М.: Колос, 1967. 318 с.
 19. Омаров Д.С. К методики учета и оценки гетерозиса у растений // Сельскохозяйственная биология. 1975. Том X № 1. С. 123-127.
 20. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений. Кишинев: Штиинца, 1980. 588 с.
 21. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 416 с.