

УДК 633.11.„324”:631.527.5:631.559

UDC 633.11.„324”:631.527.5:631.559

**АДАПТИВНЫЙ ХАРАКТЕР
КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ,
ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ
ГЛАВНОГО КОЛОСА У СОРТОВ И ГИБРИДОВ
ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ НА
ЧЕРНОЗЕМЕ ВЫЩЕЛОЧЕННОМ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

**THE ADAPTIVE NATURE OF THE
CORRELATION DEPENDENCES WHICH
DETERMINE THE PRODUCTIVITY OF THE
MAIN SPIKE IN CULTIVARS AND HYBRIDS
OF WINTER WHEAT GROWN ON THE
BLACK LEACHED SOIL OF CENTRAL
CISCAUCASIA**

Олейник Антон Алексеевич
соискатель

Oleynik Anton Alekseevich
applicant

Кривенко Алла Александровна
канд. биол. наук, профессор

Krivenko Alla Aleksandrovna
professor, Candidate of Biological Sciences

Войсковой Александр Иванович
доктор с.-х. наук, профессор

Voiskovoi Alexandr Ivanovich
Dr.Sci.Agr., professor

Донец Инна Анатольевна
кандидат с.–х. наук, ст. преподаватель

Donets Inna Anatolievna
Cand.Agr.Sci., senior lecturer

Есаулко Наталья Александровна
кандидат с.–х., наук доцент

Esaulko Natalya Aleksandrovna
Cand.Agr.Sci., associate professor

Салова Юлия Александровна
магистрант
*ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный
аграрный университет, Ставрополь, Россия*

Salova Yuliya Alexandrovna
undergraduate student
*FSBEE HPE Stavropol State Agrarian University,
Stavropol, Russia*

В статье обсуждается адаптивный характер корреляционных связей между элементами и субэлементами продуктивности главного колоса у гибридов F_1 , F_2 , константных селекционных линий (F_3 , F_4) и родительских сортов. Рассматривается возможность определения компонентов продуктивности колоса, имеющих селективное преимущество в селекции озимой мягкой пшеницы в условиях региона

This article discusses the adaptive nature of the correlations between the elements and sub-elements of the productivity of main spike of the F_1 , and F_2 hybrids, constant breeding lines (F_3 , F_4) and parental varieties. We have shown the possibility to determine the individual components of spike productivity with a selective advantage in the selection of winter wheat on the adaptability and efficiency in the conditions of the region

Ключевые слова: ОЗИМАЯ МЯГКАЯ ПШЕНИЦА, ЭЛЕМЕНТЫ И СУБЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТЬ ГЛАВНОГО КОЛОСА, КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ, ГИБРИД

Keywords: WINTER WHEAT, MAIN SPIKE ELEMENTS OF EFFICIENCY, CORRELATION DEPENDENCE, HYBRID

ВВЕДЕНИЕ

Производство зерна пшеницы – основной продовольственной культуры, определяет экономическую стабильность РФ [1]. Северо – Кавказский регион традиционно является производителем высококачественного зерна озимой мягкой пшеницы. Валовые сборы зерна этой культуры обеспечиваются успехами селекции [2,3]. Современные

сорта озимой мягкой пшеницы обладают высоким потенциалом и качеством зерна [4,5].

На современном этапе главной задачей селекции является создание сортов озимой мягкой пшеницы адаптированных к неблагоприятным условиям в период онтогенеза, что повышает уровень реализации их генотипического потенциала [6,7]. В связи с этим особый научный интерес представляет выявление признаков, которые лимитируют урожай сортов озимой мягкой пшеницы в конкретной эконисше [8].

При отборе из гибридных популяциях ценных рекомбинантных генотипов особое внимание уделяется продуктивности колоса, который является определяющим компонентом урожая [9,10]. Для создания модели сорта и повышения эффективности селекционной работы необходимо учитывать особенности корреляционных связей между продуктивностью колоса и влияющими на ее формирование элементами и субэлементами [11]. Вместе с тем, в разных экологических условиях характер этих связи имеют свои особенности, обусловленные генотип–средовым взаимодействием при реализации генотипа в онтогенезе [12].

Адаптивная изменчивость корреляционных связей определяющих формирование продуктивности главного колоса у генотипов озимой мягкой пшеницы в нашем регионе не исследована. В связи с этим для повышения эффективности отбора высокопродуктивных и экотипически стабильных рекомбинантов представляет интерес установление корреляционных зависимостей между элементами и субэлементами продуктивности главного колоса у гибридов, селекционных линий и родительских сортов с целью выявления адаптированных селективных признаков у озимой мягкой пшеницы на черноземе выщелоченном Центрального Предкавказья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Целью исследований явилось установление характера корреляционных связей между продуктивностью главного колоса (масса зерна в колосе) и составляющими ее элементами и субэлементами у гибридов (F_1 и F_2) и константных селекционных гибридных линий (F_3 и F_4) озимой мягкой пшеницы, в сравнении с родительскими сортами, в связи с выявлением ценных селективных признаков в селекции на адаптивность в условиях экониши.

Материалом исследований служили 20 гибридных комбинаций F_1 и F_2 , 46 константных гибридных линий (F_3), отобранных из потомств F_2 по признакам: повышенная продуктивность главного колоса, масса 1000 зерен и выделенные из них 22 гибридные селекционные линии F_4 , которые характеризовались сочетанием повышенной продуктивности и качества и зерна. Родительские сорта были представлены сортами селекции СтГАУ: ФИБ, сложного гибридного происхождения, и линейными сортами Линия 5, Линия 15, Линия 36, Линия 37, Линия 45, АММА, которые были выделены из сорта Степная 7 (селекции СтГАУ, адаптированного к местным условиям), Скарбница (украинской селекции: СГИ г. Одесса), Айвина (краснодарской селекции КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко).

Полевые опыты были заложены в 2008 – 2012 с. – х. гг на опытной станции СтГАУ в соответствии с общепринятой методикой полевого процесса при работе с гибридным материалом [13]. Гибриды F_1 и F_2 высевались в одном блоке с родительскими сортами. Гибридные линии F_3 располагались на однорядковых делянках в однократной повторности, а F_4 – на четырех рядковых делянках в трехкратной повторности, в блоке с родительскими сортами, стандартом служил сорт Айвина. Предшественник черный пар, схема посева 0,01 x 0,30 м, длина рядка 1 м, посев производился вручную. Растения убирали с корнями. Полученные

экспериментальные данные обрабатывали методом корреляционного анализа [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Основной задачей селекции озимой мягкой пшеницы является создание сортов с высоким потенциалом зерновой продуктивности и адаптивных в условиях зон их возделывания [15]. В решении этой проблемы основополагающая роль принадлежит синтетической селекции. Этим методом создано более 90 % сортов озимой мягкой пшеницы. Исходным материалом в синтетической селекции являются специально созданные гибридные популяции, селекционная ценность которых определяется оптимальным подбором родительских компонентов. Привлечение в сложные ступенчатые скрещивания сортов различного эколого – генетического происхождения обеспечивает сочетание в генотипе гибрида разобщенных в процессе микроэволюции разных генов, детерминирующих формирование зерновой продуктивности и усиление их действия за счет аддитивного действия, неаллельных взаимодействий и кодоминирования. Вместе с тем, для усиления адаптивных свойств будущего сорта, может оказаться перспективным использование сортов местной селекции, в том числе линейных сортов, выделенных из сортов адаптированных к условиям экониши и длительное время репродуцирующихся в данных условиях. Эти сорта являются источниками блоков адаптивных генов. В результате сочетания этих методов подбора родительских компонентов позволит сформировать ценные ассоциации эффективных генов, детерминирующих признаки зерновой продуктивности и блоки аддитивных генов, определяющих адаптивность в данной эконише. Такой методический подход был использован нами при подборе родительских компонентов в процессе создания исходного гибридного материала.

Одним из основных элементов урожая у сортов озимой мягкой пшеницы является продуктивность колоса, которая по сравнению с урожайностью характеризуется менее сложной генотипической природой и следовательно, меньшей генотип – средовой изменчивостью. В связи с этим, в синтетической селекции практикуется отбор по колосу. Однако, продуктивность колоса также является сложным признаком, который зависит от совокупного, прямого и опосредованного, взаимодействия ряда морфофизиологических признаков: длина побега, длина колоса, число колосков в колосе, плотность колоса, число зерен в колосе, озерненность колоска, масса 1000 зерен. При этом селективная ценность перечисленных признаков экотипически обусловлена и зависит от параметров экониши. В связи с этим необходимо учитывать генотипические и экотипические особенности корреляционных связей, между продуктивностью колоса и ее элементами и субэлементами. Поэтому представляет интерес изучение характера формирования парных линейных корреляционных связей между продуктивностью главного колоса и составляющими ее элементами и субэлементами у селекционного материала с учетом генотипической преемственности от F_1 до константных форм F_4 в группе гибридных комбинаций и их родительских сортов в разных условиях среды.

Температурный режим и распределение осадков в период вегетации растений озимой мягкой пшеницы в 2009 – 2011 с. – х. гг. хотя и характеризовались определенными отличиями, но в целом были близки к среднемноголетней норме. Сильная весенне – летняя засуха в 2008 – 2011 с. – х. гг. оказала стрессовое воздействие на рост и развитие растений озимой мягкой пшеницы и лимитировала (снижение до 50 %) формирование зерновой продуктивности.

Обобщенный анализ изменчивости продуктивности главного колоса, а также ее элементов и субэлементов у гибридов F_1 , F_2 и константных линий F_3 , F_4 в сравнении с родительскими сортами

характеризуют их генотипические особенности и уровень генотип–средового взаимодействия.

В близким к среднемноголетним погодным условиям онтогенеза озимой мягкой пшеницы в 2008 – 2009 с. – х. гг. родительские сорта и гибриды F₁ сформировали близкие значения X_{ср.} признаков продуктивности главного колоса (табл. 1).

Невелики были и генотипические различия (X_{max} ... X_{min}) по признакам в группе гибридов F₁ и родительских сортов. Вместе с тем, отмечалось преимущество отдельных гибридных комбинаций F₁ по высоте растений, массе зерна в главном колосе и массе 1000 зерен.

Таблица 1 – Характер изменчивости продуктивности главного колоса и ее элементов и субэлементов у гибридов F₁ и родительских сортов озимой мягкой пшеницы, 2008 – 2009 с. – х. г.

Признаки	F ₁			Родительские сорта		
	X ср.	X max	X min	X ср.	X max	X min
Высота растения, см	74,41	98,5	62,6	80,28	98,6	72,0
Длина колоса, см	10,10	11,8	8,8	10,07	12,2	8,7
Число колосков, шт.	20,39	21,9	18,5	20,40	21,5	19,1
Плотность колоса	21,27	23,9	19,2	21,39	23,8	18,2
Озерненность колоска, шт.	2,92	3,25	2,21	2,92	3,2	2,5
Число зерен в колосе, шт.	59,50	68,9	45,3	59,01	64,3	48,3
Масса зерна в колосе, г	2,72	3,36	1,93	2,56	2,9	2,0
Масса 1000 зерен, г	45,17	51,2	39,6	43,67	48,9	36,8

В характере корреляционных связей между продуктивностью главного колоса и ее компонентами в группах гибридов F₁ и родительских сортов проявились как сходства, так и различия (табл. 2). Это, очевидно, определяется, различиями адаптивного потенциала гетерозигот и гомозигот. В целом в благоприятных условиях онтогенеза озимой мягкой пшеницы в этом году не выявлены существенные корреляционные связи

между высотой растений, продуктивностью главного колоса у сортов, и ее элементами. В группе гибридов F_1 отмечалось существенное положительное влияние высоты растений на формирование продуктивности главного колоса (масса зерна) и массу 1000 зерен. Возможно это явилось следствием гетерозиса, оказавшего совокупное влияние на габитус растения и формирование более полновесного зерна у более высокорослых гибридов F_1 . Величина коэффициента линейной корреляции составила соответственно $0,505^*$ и $0,542^*$ ($P = 0,05$). Сходное влияние на формирование числа колосков и плотность колоса и у гибридов F_1 , и у родительских сортов оказала длина главного колоса. Между длиной главного колоса и числом колосков была обнаружена существенная положительная корреляционная зависимость: сильная у гибридов F_1 ($0,825^{***}$, $P = 0,001$) и средняя у родительских сортов ($0,628^*$, $P = 0,05$). И у родительских сортов, и у гибридов F_1 длина главного колоса отрицательно коррелировала с его плотностью ($-0,953^{***}$ и $-0,918^{***}$, соответственно, $P = 0,001$). В условиях данного года длина главного колоса не оказала однотипного влияния на формирование массы 1000 зерен. У родительских сортов и гибридов F_1 превалировало специфическое влияние генотипа.

Таблица 2 – Корреляционные зависимости между элементами и субэлементами продуктивности главного колоса у гибридов F₁ и родительских сортов озимой мягкой пшеницы, 2008 – 2009 с. – х. г.

Признаки	Высота растения, см	Длина главного колоса, см	Число колосков, шт.	Плотность колоса	Озерненность колоса, шт.	Число зерен в главном колосе, шт.	Масса зерна в главном колосе, г
Высота растения, см	1						
Длина главного колоса, см	$\frac{0,353^*}{0,476}$	1					
Число колосков, шт.	$\frac{0,345}{0,024}$	$\frac{0,825^{***}}{0,628^*}$	1				
Плотность колоса	$\frac{-0,337}{-0,463}$	$\frac{-0,918^{***}}{-0,953^{***}}$	$\frac{-0,562^{**}}{-0,389}$	1			
Озерненность колоса, шт.	$\frac{0,127}{0,001}$	$\frac{0,434}{0,697^*}$	$\frac{0,200}{0,410}$	$\frac{-0,472^*}{-0,701^*}$	1		
Число зерен в главном колосе, шт.	$\frac{0,245}{-0,201}$	$\frac{0,702^{***}}{0,309}$	$\frac{0,576^{**}}{0,121}$	$\frac{-0,626^{**}}{-0,306}$	$\frac{0,916^{***}}{0,874^{**}}$	1	
Масса зерна в главном колосе, г	$\frac{0,505^*}{-0,014}$	$\frac{0,640^{**}}{0,515^{**}}$	$\frac{0,504^*}{0,063}$	$\frac{-0,571^{**}}{-0,607^{**}}$	$\frac{0,679^{**}}{0,868^{**}}$	$\frac{0,768^{**}}{0,772^{**}}$	1
Масса 1000 зерен в главном колосе, г	$\frac{0,542^*}{0,380}$	$\frac{0,196}{0,198}$	$\frac{0,081}{-0,482}$	$\frac{-0,199}{-0,382}$	$\frac{0,181}{0,318}$	$\frac{0,178}{0,275}$	$\frac{0,741^{**}}{0,680^{**}}$

Примечание. В таблицах 2,4,6,7,8 в числителе приведены данные для F₁, а в знаменателе – для родительских сортов.

У родительских сортов сильная положительная линейная корреляционная связь проявилась между длиной главного колоса и озерненностью его колоска (0,697*, P = 0,05) у гибридов F₁ превалировало влияние генотипа. (r = 0,434, P > 0,05). У гибридов F₁ существенное положительное влияние длина главного колоса оказывала на число зерен в главном колосе (0,702**, P = 0,01) и среднее на их массу (0,640**, P = 0,01). У родительских сортов эти связи были несущественными: (0,309, P > 0,05) и средними (0,515, P > 0,05).

Влияние числа колосков на продуктивность главного колоса и ее элементы и субэлементы у родительских форм зависимо от генотипа сорта

($P > 0,05$), а у гибридов F_1 оно определяло формирование числа зерен ($0,576^{**}$, $P = 0,01$) и их массу ($0,504^{**}$, $P = 0,05$) в главном колосе, связь средняя.

В условиях экониши, при изменчивости плотности колоса в пределах 24...18 колосьев на 10 см, преимуществом при формировании продуктивности главного колоса характеризовались комбинации F_1 с менее плотным колосом. Существенная средняя отрицательная корреляция отмечалась ($- 0,472^*$, $P = 0,05$) между плотностью и озерненностью колоска также с числом зерен и их массой в главном колосе ($- 0,626^{**}$ и $- 0,571^{**}$, $P = 0,05$). У родительских сортов отрицательная корреляция с озерненностью колоска ($- 0,701^*$, $P = 0,05$) была сильной, а с массой зерна в главном колосе – средней ($-0,607^*$, $P = 0,05$). Масса 1000 зерен и у гибридов, и у родительских сортов в слабой степени зависела от плотности колоса, превалировало специфическое влияние генотипа.

Отсутствовали различия между гибридами F_1 и родительскими сортами в характере корреляционных связей между числом зерен, массой зерна в главном колосе и массой 1000 зерен. Формирование продуктивности главного колоса (масса зерна) определялось как числом зерен, так и их крупностью (масса 1000 зерен). Сильная положительная связь между этими парами признаков была и у гибридов F_2 ($0,768^{**}$ и $0,741^{**}$, $P = 0,01$) и у родительских сортов ($0,722^{**}$ и $0,680^*$, $P = 0,05, 0,01$).

В условиях 2009 – 2010 с. – х. г. характер изменчивости и абсолютные значения показателей элементов и субэлементов продуктивности главного колоса у родительских сортов и гибридных потомств F_2 , выделенных по продуктивности колоса, по сравнению с предыдущим годом исследований, не претерпел особых изменений (табл. 3).

Таблица 2– Характер изменчивости элементов продуктивности главного колоса ее элементов и субэлементов у гибридов F_2 и родительских сортов озимой мягкой пшеницы, 2009 – 2010 с. – х. г.

Признаки	F_2			Родительские сорта		
	X ср.	X _{max}	X _{min}	X ср.	X _{max}	X _{min}
Высота растения, см	76,63	90,1	65,8	75,98	95,5	68,9
Длина колоса, см	10,08	11,7	9,1	10,04	11,1	8,8
Число колосков, шт.	19,36	20,88	18,63	19,24	21,7	17,9
Плотность колоса	20,24	23,4	18,4	20,22	21,3	19,1
Озерненность колоска, шт.	3,06	3,39	2,78	2,93	3,1	2,6
Число зерен в колосе, шт.	59,16	65,63	54,29	56,00	60,5	48,8
Масса зерна в колосе, г	2,59	2,82	2,23	2,42	3,1	2,1
Масса 1000 зерен, г	43,70	47,8	39,6	42,13	45,9	36,9

Лучшие гибридные потомства F_2 сохранили, отмеченные у гибридов F_1 в 2008 – 2009 с. – х. г. преимущество, по сравнению с родительскими сортами, по озерненности колоска, числу и массе зерен в главном колосе и массе 1000 зерен.

Несмотря на то, что общий характер корреляционных связей между элементами, субэлементами и продуктивностью главного колоса в 2009 – 2010 с. – х. г. у гибридных комбинаций F_2 и родительских сортов сохранился на уровне предыдущего года, имели место и некоторые отличия, что связано с особенностями генотип – средового взаимодействия (табл. 4). В целом отмечена тенденция «смещения» характера корреляционных зависимостей у гибридных потомств F_2 в сторону родительских сортов. Возможно, это связано с увеличением у них гомозиготности.

Таблица 4 – Корреляционные зависимости между элементами и субэлементами продуктивности главного колоса у гибридов F₂ и родительских сортов озимой мягкой пшеницы, 2009 – 2010 с. – х. г.

Признаки	Высота растения, см	Длина главного колоса, см	Количество колосков, шт.	Плотность колоса	Озерненность колоса, шт.	Количество зерен в главном колосе, шт.	Масса зерна в главном колосе, г
Высота растения, см	1						
Длина колоса, см	$\frac{0,582^{**}}{0,535}$	1					
Число колосков, шт.	$\frac{0,306}{0,048}$	$\frac{0,658^{**}}{0,832^{**}}$	1				
Плотность колоса	$\frac{-0,564^{**}}{-0,770^*}$	$\frac{-0,864^{***}}{-0,481}$	$\frac{-0,198}{0,063}$	1			
Озерненность колоса, шт.	$\frac{-0,372}{-0,457}$	$\frac{0,088}{-0,208}$	$\frac{-0,298}{-0,175}$	$\frac{-0,302}{-0,017}$	1		
Число зерен в колосе, шт.	$\frac{-0,202}{-0,276}$	$\frac{0,460}{0,460}$	$\frac{0,249}{0,580}$	$\frac{-0,426}{-0,004}$	$\frac{0,850^{**}}{0,695^*}$	1	
Масса зерна в колосе, г	$\frac{0,412}{0,116}$	$\frac{0,693^{***}}{0,137}$	$\frac{0,350}{-0,105}$	$\frac{-0,668^{**}}{-0,586}$	$\frac{0,521^*}{0,483}$	$\frac{0,733^{***}}{0,320}$	1
Масса 1000 зерен, г	$\frac{0,826^{***}}{0,714^*}$	$\frac{0,462^*}{0,036}$	$\frac{0,190}{-0,452}$	$\frac{-0,487^*}{-0,781^*}$	$\frac{-0,216}{-0,339}$	$\frac{-0,096}{-0,585}$	$\frac{0,601^*}{0,340}$

В условиях онтогенеза озимой мягкой пшеницы 2009 – 2010 с. – х. г. у гибридных комбинаций F₂ сохранилось существенное положительное влияние на формирование массы зерна в главном колосе длины колоса (0,693^{***}, P = 0,001), числа зерен в колосе (0,733^{***}, P = 0,001), озерненности колоска, опосредовано через число зерен в колосе (0,521^{*}, P = 0,05), массы 1000 зерен (0,601^{**}, P = 0,01). Следует, однако, отметить, что в группе родительских сортов значительно снизилась по сравнению с предыдущим годом степень влияния на массу зерна в главном колосе длины, числа зерен, озерненности и массы 1000 зерен. Сформировавшиеся корреляционные связи были несущественными. Это свидетельствует о превалировании в сложившихся в этом году условиях формирования продуктивности генотип – средового взаимодействия.

В 2009 – 2010 с. – х. г. сохранилось отрицательное влияние на продуктивность главного колоса и ее элементы плотности колоса. При

этом, в отличии от предыдущего года обнаружилась отрицательная корреляция между плотностью колоса и массой 1000 зерен: средняя ($-0,487^*$, $P = 0,05$) у гибридных потомств F_2 и сильная ($-0,781^*$, $P = 0,05$) у родительских сортов. Возможно, это явилось следствием более засушливых условий в период формирования и созревания зерновки. Косвенным подтверждением этой гипотезы является и усиление, по сравнению с предыдущим годом, корреляционных связей между высотой растения и массой 1000 зерен, как у гибридных потомств F_2 ($0,826^{***}$, $P=0,001$), так и у родительских сортов ($0,714^*$, $P=0,05$).

Морфологические константные и наиболее продуктивные линии F_3 в условиях 2010 – 2011 с. – х. г., основные характеристики которого были близки к среднемноголетним, по высоте растения были близки к родительским сортам, но превышали стандарт Айвина и отличались большим генотипическим разнообразием (табл. 5). Высота растений в группе гибридных линий варьировала от 103,5 до 54,9 см, у родительских сортов – от 97,8 до 71,5 см. Как и родительские сорта они формировали средний (8 – 10 см) или крупный (более 10 см) главный колос, в основном средней плотности, но встречались линии и с плотным колосом (более 23 колосков на 10 см). По озерненности колоска главного колоса (3,19 шт.) в среднем они превосходили родительские сорта (2,89 шт.) и стандарт Айвина (2,81 шт.). Лучшие из гибридных линий превысили, как родительские сорта, так и стандарт Айвина по числу, массе зерен и массе 1000 зерен главного колоса.

Таблица 5 – Характер изменчивости элементов и субэлементов продуктивности главного колоса у новых селекционных линий и родительских сортов озимой мягкой пшеницы, 2010 – 2012 с. – х. гг.

Признаки	Селекционные линии			Родительские сорта			Айвина стандарт
	X _{ср.}	X _{max}	X _{min}	X _{ср.}	X _{max}	X _{min}	
2010 – 2011 с. – х. г.							
Высота растения, см	80,78	103,5	54,9	79,08	97,8	71,5	73,4
Длина главного колоса, см	9,70	11,67	8,01	10,32	12,1	9,5	10,7
Количество колосков, шт.	23,94	27,30	21,10	20,50	21,9	19,4	21,9
Плотность колоса	21,14	25,76	18,86	21,04	22,94	18,53	21,61
Озерненность колоска, шт.	3,19	3,85	2,60	2,89	3,04	2,63	2,81
Число зерен в главном колосе, шт.	61,23	78,60	48,10	59,29	61,5	51,3	61,5
Масса зерна в главном колосе, г	2,71	3,50	1,88	2,70	3,1	2,3	2,6
Масса 1000 зерен в главном колосе, г	44,14	51,32	39,04	44,76	50,99	38,08	41,64
2011 – 2012 с. – х. г.							
Высота растения, см	49,60	56,4	40,6	46,13	58,7	40,2	40,2
Длина главного колоса, см	7,45	9,5	5,9	7,67	9,0	6,8	9,0
Количество колосков, шт.	15,95	19,6	12,9	16,00	18,6	14,4	16,2
Плотность колоса	22,09	24,50	19,71	21,78	24,72	19,01	19,01
Озерненность колоска, шт.	2,31	2,75	1,95	2,44	2,86	2,04	2,78
Количество зерен в главном колосе, шт.	36,85	44,1	26,5	38,97	45,1	33,2	45,1
Масса зерна в главном колосе, г	1,47	1,85	1,04	1,53	1,83	1,32	1,59
Масса 1000 зерен в главном колосе, г	40,03	45,68	34,41	39,41	43,54	34,08	35,20

Растения озимой мягкой пшеницы сильно отреагировали на дефицит атмосферных осадков и повышенный температурный режим в период весеннее – летней вегетации в 2012 г. В среднем сорта значительно, на 44,6 %, снизили высоту растений по сравнению с предыдущим годом. Высота растений у гибридных линий (F₄) варьировала от 56,4 до 40,6 см, а у родительских сортов – от 58,7 до 40,2 см, при следующих значениях 49,6 и 46,1 см, соответственно. В меньшей степени уменьшилась длина колоса,

количество колосков и плотность. У лучших гибридных линий и их родительских сортов величина этих показателей была на уровне стандартного сорта Айвина или превышала его. При общей тенденции снижения числа зерен в главном колосе и озерненности колоска, величина показателей у лучших гибридных линий и родительских сортов, не уступала стандарту.

На фоне резкого снижения (до 40 %) продуктивности главного колоса у всех генотипов озимой мягкой пшеницы, лучшие гибридные линии (1,85 г) и родительские сорта (1,83 г) превысили стандарт Айвина (1,59 г) по массе зерна в главном колосе. Преимущество новых гибридных линий и родительских сортов, созданных в данной эконише, было обусловлено их способностью сформировать в стрессовых условиях засухи 2012 г. более крупное и полновесное зерно, что нашло отражение в массе 1000 зерен. Масса 1000 зерен у стандарта Айвина (35,20 г) была значительно ниже, чем у лучших гибридных линий (45,68 г) и их родительских сортов (43,54 г), что положительно характеризует их адаптивность к стрессовому фактору.

Характер изменчивости признаков продуктивности главного колоса и ее элементов и субэлементов у гибридных линий (F_3 , F_4) и родительских сортов нашел адекватное отражение в сложившихся в эти годы корреляционных связей (табл. 6,7). У родительских сортов, адаптированных к эконише в 2010 – 2012 с. – х. гг., несмотря на выраженные различия условий онтогенеза озимой мягкой пшеницы, стабильно сильнее влияющие на формирование продуктивности главного колоса оказывали корреляционные зависимости между массой зерна в главном колосе и его длиной ($0,839^{***}$ и $0,687^{**}$, соответственно в 2011 и 2012 гг.), числом колосков ($0,813^{***}$ и $0,719^{**}$), числом зерен в главном колосе ($0,847^{***}$ и $0,757^{**}$). Таким образом эти элементы продуктивности определяют адаптивность родительских сортов в эконише.

Корреляционные связи с другими признаками были несущественными и слабыми, что определяет превалирование специфического генотип – средового взаимодействия. Несмотря на некоторые особенности, большинство корреляционных зависимостей у новых гибридных линий, как и у гибридов F_1 и F_2 в предыдущие годы, отличались от аналогичных связей, отмеченных у родительских сортов. Возможно это связано с формированием нового генетического материала и взаимодействием аллельных и неаллельных генов у гетерозигот, которые длительное время сохраняются у гибридных линий в сложном аллоплоидном геноме мягкой пшеницы. В связи с этим морфологическая константность у новых гибридных линий может сочетаться с длительным поддержанием гетерозиготности аддитивных генов, определяющих сложные количественные признаки, в том числе продуктивность главного колоса и ее элементы.

И в благоприятном 2010 – 2011 с. – х. г., и в крайне неблагоприятных засушливых условиях вегетации озимой пшеницы в 2011 – 2012 с. – х. г. масса зерна в главном колосе у новых гибридных линий положительно определялась длиной главного колоса ($0,478^{***}$ и $0,308^*$), числом зерен в колосе ($0,875^{***}$ и $0,404^*$), озерненностью колоска ($0,759^{***}$ и $0,422^{**}$), и массой 1000 зерен ($0,729^{***}$ и $0,807^{***}$). В засушливых условиях 2011 – 2012 с. – х. г. сила связи между этими признаками была выражена слабее, чем в более благоприятном 2010 – 2011 с. – х. г. Следует отметить отрицательное влияние в засушливых условиях на массу зерна в главном колосе ($-0,310^*$) и массу 1000 зерен ($-0,434^{**}$) плотности колоса, что предполагает адаптивное преимущество генотипов с менее плотным колосом. Это подтверждает адаптивный характер корреляционных зависимостей между этими элементами продуктивности колоса и массой зерна в главном колосе свидетельствует о проявлении специфического генотип – средового взаимодействия в стрессовых засушливых условиях и предполагает

возможность отбора среди гибридных линий генотипов, характеризующихся высокой засухоустойчивостью.

Таблица 6 – Корреляционные зависимости между элементами и субэлементами продуктивности главного колоса у селекционных линий озимой мягкой пшеницы, 2010 – 2012 с. – х. гг.

Признаки	Высота растения, см	Длина главного колоса, см	Количество колосков, шт.	Плотность колоса	Озерненность колоса, шт.	Количество зерен в главном колосе, шт.	Масса зерна в главном колосе, г
Высота растения, см	1						
Длина главного колоса, см	$\frac{0,152}{0,380}$	1					
Число колосков, шт.	$\frac{0,152}{0,163}$	$\frac{0,523^{***}}{0,873^{***}}$	1				
Плотность колоса	$\frac{-0,128}{-0,450}$	$\frac{-0,873^{***}}{-0,370}$	$\frac{-0,138}{0,126}$	1			
Озерненность колоса, шт.	$\frac{0,085}{0,163}$	$\frac{0,288}{0,085}$	$\frac{0,353^*}{0,061}$	$\frac{-0,274}{-0,053}$	1		
Число зерен в колосе, шт.	$\frac{0,110}{0,203}$	$\frac{0,513^{***}}{0,681^{***}}$	$\frac{0,712^{***}}{0,768^{***}}$	$\frac{-0,270}{0,079}$	$\frac{0,870^{***}}{0,684^{**}}$	1	
Масса зерна в колосе, г	$\frac{0,319^*}{0,393}$	$\frac{0,478^{***}}{0,839^{***}}$	$\frac{0,690^{***}}{0,813^{***}}$	$\frac{-0,263}{-0,150}$	$\frac{0,759^{***}}{0,406}$	$\frac{0,875^{***}}{0,847^{***}}$	1
Масса 1000 зерен, г	$\frac{0,483^{***}}{0,369}$	$\frac{0,201}{0,351}$	$\frac{0,338^*}{0,145}$	$\frac{-0,126}{-0,432}$	$\frac{0,279}{-0,430}$	$\frac{0,308^*}{-0,183}$	$\frac{0,729^{***}}{0,365}$

Стабильно сильная корреляционная зависимость между массой зерна в колосе и его крупностью (масса 1000 зерен), которая является результатом жесткого сопряженного отбора по этим признакам среди потомств F₂, подтверждает эффективность такого методического подхода, основываясь на установленном в эконише адаптивном характере корреляционных связей между формообразующими признаками.

Таблица 7 – Корреляционные зависимости между элементами и субэлементами продуктивности главного колоса у родительских сортов озимой мягкой пшеницы, 2010 – 2012 с. – х. гг.

	Высота растения, см	Длина главного колоса, см	Количество колосков, шт.	Плотность колоса	Озерненность колоска, шт.	Количество зерен в главном колосе, шт.	Масса зерна в главном колосе, г
Высота растения, см	1						
Длина главного колоса, см	$\frac{0,795^{***}}{0,272}$	1					
Число колосков, шт.	$\frac{0,008}{0,022}$	$\frac{0,524^{***}}{0,488}$	1				
Плотность колоса	$\frac{-0,887^{***}}{-0,341}$	$\frac{-0,822^{***}}{-0,596}$	$\frac{0,042}{0,398}$	1			
Озерненность колоса, шт.	$\frac{-0,323^*}{-0,150}$	$\frac{-0,204}{0,284}$	$\frac{-0,107}{-0,255}$	$\frac{0,159}{-0,542}$	1		
Число зерен в колосе, шт.	$\frac{-0,246}{-0,135}$	$\frac{0,203}{0,604^*}$	$\frac{0,611^{***}}{0,457}$	$\frac{0,157}{-0,227}$	$\frac{0,721^{***}}{0,743^{**}}$	1	
Масса зерна в колосе, г	$\frac{0,104}{0,183}$	$\frac{0,308^*}{0,687^*}$	$\frac{0,090}{0,719^{**}}$	$\frac{-0,310^*}{-0,124}$	$\frac{0,422^{**}}{0,291}$	$\frac{0,404^*}{0,757^{**}}$	1
Масса 1000 зерен в колосе, г	$\frac{0,279^*}{0,436}$	$\frac{0,192}{-0,037}$	$\frac{-0,317^*}{0,221}$	$\frac{-0,434^{**}}{0,188}$	$\frac{0,002}{-0,759^{**}}$	$\frac{-0,212}{-0,555}$	$\frac{0,807^{***}}{0,120}$

Слабая степень корреляционных связей и их экотипическая нестабильность между такими морфологическими признаками как высота растения, число колосков в главном колосе с продуктивностью главного колоса предполагает их поливариабельность в формировании адаптивных генотипов новых гибридных линий.

ВЫВОДЫ

Корреляционные зависимости между продуктивностью главного колоса, её элементами и субэлементами у генотипов озимой мягкой пшеницы в условиях конкретной экониши определяются генотипически, но могут варьировать в разных условиях онтогенеза, что свидетельствует об их адаптивном характере и является следствием специфического

генотип – средового взаимодействия.

В условиях чернозема выщелоченного Центрального Предкавказья устойчивое положительное влияние на продуктивность главного колоса оказывают такие признаки как длина главного колоса, число зерен в главном колосе, масса 1000 зерен, что свидетельствует о их адаптивном значении и селективной ценности в формообразовательном процессе.

Использование в качестве родительских форм в гибридизации при создании исходного материала в синтетической селекции, адаптированных к условиям экониши сортов местной селекции способствует усилению адаптивности у новых гибридных селекционных линий. Это подтверждается стабильным характером корреляционных связей между продуктивностью главного колоса и ее селективно ценными элементами и субэлементами.

При селекции озимой мягкой пшеницы на выщелоченном черноземе Центрального Предкавказья следует учитывать характеры адаптивных связей между продуктивностью главного колоса, ее элементами и субэлементами, что будет соответствовать повышению эффективности селекционного процесса.

Использование сопряженного отбора на продуктивность главного колоса (масса зерна в главном колосе) с гибридными популяциями обеспечивает стабилизацию микроэволюционных процессов в синтетической селекции на продуктивность и адаптивность озимой мягкой пшеницы в эконише.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жученко, А.А. Системы земледелия и их развитие. Биологизация, экологизация, энергосбережение, экономика // Системы земледелия Ставрополя: Монография. Ставрополь, 2011. с. 19 – 20.
2. Шумный В.К., Салина Е.А. Улучшение пшеницы – актуальная задача генетиков и селекционеров // Вавиловский журнал генетики селекции. 2012. № 1, т. 16. с. 8.
3. Войсковой А.И., Жукова М.П. Система селекции и семеноводства как элемент научно обоснованной системы земледелия // Системы земледелия Ставрополя:

Монография. Ставрополь, 2011. с. 350 - 351.

4. Букреева, Г.И., Беспалова Л.А., Кудряшов И.Н., Пузырная О.Ю., Васильев А.В., Васильева А.М. Реализация потенциала качества зерна новых сортов озимой пшеницы // Земледелие. 2011.№ 4.с. 21-23.

5. Войсковой А.И., Балацкий М.Ю., Галкин А.П. Динамика изменения качества зерна пшеницы возделываемой в Ставропольском крае // Агрехимический вестник. 2011. № 4 с. 6-7.

6. Беспалова Л.А., Киримов В.Р., Пузырная О.Ю. Селекция морозостойких полукарликовых сортов озимой мягкой пшеницы // Научное наследие академия И.Г. Калининко: Сборник докладов на научно-практической конференции. Зерноград. 2001. с.62-68.

7. Васильева, А.М. Особенности адаптивной селекции озимой пшеницы на зимостойкость и продуктивность: Автореферат диссертации на соискание учёной степени Автореф. дисс. канд. с.- х. наук. Краснодар, 2012. 11 с.

8. Мокроусов В.В. Генетический полиморфизм краснодарских сортов озимой пшеницы по генам Rht: Автореф. дисс. канд. с.- х. наук. Краснодар, 2010. с.10.

9. Лукьяненко П.П. Методы и результаты селекции озимой пшеницы: Избранные труды. М.: Колос. 1973. с. 254-287.

10. Натрова З., Смочек Я. Продуктивность колоса зерновых культур. М.: Колос, 1983. – 45 с.

11. Панфилова О.С. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы на продуктивность в условиях центрального Нечерноземья: Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. Москва, 2010. с. 18

12. Нурбеков С.И. Биологические критерии селекции озимой мягкой пшеницы сухостепного агроэко типа: Автореф. дисс. доктора биол. наук. Республика Казахстан, Алматы, 2010. с. 24.

13. Практикум по селекции и семеноводству полевых культур: Учебное пособие / Ю.Б. Коновалов, Ю.Н. Березкин, Л.И. Долгодворова и др. М.: Агропромиздат, 1987. 367 с.

14. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 416 с.

15. Озимая пшеница в Ставропольском крае / Ф.И. Бобрышев, А.И. Войсковой, В.В. Дубина и др. Ставрополь: АГРУС, 2003. 307 с.

References

1. Zhuchenko, A.A. Sistemy zemledelija i ih razvitie. Biologizacija, jekologizacija, jenergosberezhenie, jekonomika // Sistemy zemledelija Stavropol'ja: Monografija. Stavropol', 2011. s. 19 – 20.

2. Shumnyj V.K., Salina E.A. Uluchshenie pshenicy – aktual'naja zadacha genetikov i selekcionerov // Vavilovskij zhurnal genetiki selekcii. 2012. № 1, t. 16. s. 8.

3. Vojskovej A.I., Zhukova M.P. Sistema selekcii i semenovodstva kak jelement nauchno obosnovannoj sistemy zemledelija // Sistemy zemledelija Stavropol'ja: Monografija. Stavropol', 2011. s. 350 - 351.

4. Bukreeva, G.I., Bepalova L.A., Kudrjashov I.N., Puzyrnaja O.Ju., Vasil'ev A.V., Vasil'eva A.M. Realizacija potenciala kachestva zerna novyh sortov ozimoy pshenicy // Zemledelie. 2011.№ 4.s. 21-23.

5. Vojskovej A.I., Balackij M.Ju., Galkin A.P. Dinamika izmenenija kachestva zerna pshenicy vozdelevaemoj v Stavropol'skom krae // Agrohicheskij vestnik. 2011. № 4 s. 6-7.

6. Bespalova L.A., Kirimov V.R., Puzyrnaja O.Ju. Selekcija morozostojkih polukarlikovyh sortov ozimoy mjadkoj pshenicy // Nauchnoe nasledie akademija I.G. Kalinenko: Sbornik dokladov na nauchno-prakticheskoj konferencii. Zernograd. 2001. s.62-68.
7. Vasil'eva, A.M. Osobennosti adaptivnoj selekcii ozimoy pshenicy na zimostojkost' i produktivnost': Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchjonoj stepeni Avtoref. diss. kand. s.-h. nauk. Krasnodar, 2012. 11 s.
8. Mokrousov V.V. Geneticheskij polimorfizm krasnodarskih sortov ozimoy pshenicy po genam Rht: Avtoref. diss. kand. s.- h. nauk. Krasnodar, 2010. s.10.
9. Luk'janenko P.P. Metody i rezul'taty selekcii ozimoy pshenicy: Izbrannye trudy. M.: Kolos. 1973. s. 254-287.
10. Natrova Z., Smochek Ja. Produktivnost' kolosa zernovyh kul'tur. M.: Kolos, 1983. – 45 s.
11. Panfilova O.S. Ishodnyj material dlja selekcii jarovoj mjadkoj pshenicy na produktivnost' v uslovijah central'nogo Nechernozem'ja: Avtoref. diss. kand. s.-h. nauk. Moskva, 2010. s. 18
12. Nurbekov S.I. Biologicheskie kriterii selekcii ozimoy mjadkoj pshenicy suhostepnogo agrojekotipa: Avtoref. diss. doktora biol. nauk. Respublika Kazahstan, Almalybak, 2010. s. 24.
13. Praktikum po selekcii i semenovodstvu polevyh kul'tur: Uchebnoe posobie / Ju.B. Konovalov, Ju.N. Berezkin, L.I. Dolgodvorova i dr. M.: Agropromizdat, 1987. 367 s.
14. Dospheov, B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Agropromizdat, 1985. 416 s.
15. Ozimaja pshenica v Stavropol'skom krae / F.I. Bobryshev, A.I. Vojskovoju, V.V. Dubina i dr. Stavropol': AGRUS, 2003. 307 s.